REVISTA DE GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA

Journal of Integrated Coastal Zone Management

VOL. 14(3): September Setembro 2014

http://www.aprh.pt/rgci/

ISSN: 1646-8872

Editors
APRH / CIMA / UNIVALI / LABOMAR

Secretariat
J. A. Dias (CIMA), Ana Estêvão (APRH)

Formatting and pagination
A. Silva (CIMA), Ana Gomes (CIMA), J. A. Dias (CIMA)

web page
André Cardoso

SciELO DTD markup
Ricardo José Basílio (CIMA)

Design da capa / Cover design
Flatland Design

ISSN: 1646-8872

Revista de GESTAO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of INTEGRATED COASTAL ZONE MANAGEMENT

Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal Zone Management

Volume 14, Issue 3
September 2014

Editorial Board

J. Alveirinho Dias
Editor-in-Chief
(jdias@ualg.pt)

Monica F. Costa
Associate Editor
(mfc@ufpe.br)

Ulisses M. Azeiteiro
Associate Editor
(ulisses@uab.pt)

Tomasz Boski
Advisor Editor
(tboski@ualg.pt)

J. Antunes do Carmo
Deputy Editor (APRH)
(jsacarmo@dec.uc.pt)

Alice Newton
Deputy Editor (CIMA)
(anewton@ualg.pt)

Lidriana Pinheiro
Deputy Editor (LABOMAR)
(lidriana.lgco@gmail.com)

Marcus Polette
Deputy Editor (UNIVALI)
(mpolette@univali.br)

Revisão linguística (português europeu): Jorge Baptista (jorge.manuel.baptista@gmail.com) (CIMA)
Revisão linguística (português do Brasil): Fabíola Farias (fabiolafv@gmail.com) (LABOMAR)

RGCI/JICZM (ISSN: 1646-8972) is published quaterly
by an editorial pool composed by APRH, CIMA, LABOMAR and UNIVALI

RGCI/JICZM is available online at www.aprh.pt/rgci and at SciELO http://www.scielo.br

Correspondence: rgci.editor@gmail.com

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management
http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci_14-3.pdf

Table of contents / Índice

Articles / Artigos

Vanda Viegas Ulisses M. Azeiteiro João A. Dias Fátima Alves	347	Alterações Climáticas, Perceções e Racionalidades *Climate Change, Perceptions and Rationalities*
Luísa Ferreira Ribeiro Manuel C. M. B. N. de Souza Francisco Barros Vanessa Hatje	365	Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras *Challenges of shrimp farming: legal aspects, environmental impacts and mitigating alternatives*
Edison Barbieri Hélcio Luiz de Almeida Marquez Marcos Buhrer Campolim Patrícia Ishisaki Salvarani	385	Avaliação dos Impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil *Assessment of environmental impacts and socio-economic aspects of aquaculture in the region estuarine-lagoon of Cananea, São Paulo, Brazil*
Thaís de Santana Oliveira Roberto Lima Barcellos Carlos Augusto França Schettini Plínio Barbosa de Camargo	399	Processo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica em um complexo estuarino tropical, Recife, PE, Brasil *Modern sedimentary processes and the distribution of organic matter in a tropical estuarine system, Recife, PE, Brazil*
Armando José Santinhos Ana Paula Martinho Sandra Caeiro	413	Perceção das populações locais face à sustentabilidade dos serviços das zonas costeiras: o caso da Lagoa de Santo André, Portugal * *Perception of the local population in the face of sustainability of coastal areas services: the case of Lagoon of Santo André, Portugal*
Ismael Xavier de Araújo Roberto Sassi Eduardo Rodrigues Viana de Lima	429	Pescadores Artesanais e pressão imobiliária urbana: Qual o destino dessas comunidades tradicionais? *Artisanal Fishermen and urban real estate pressure: What is the destiny of these traditional communities?*
Pedro Henrique P. Belarmino Sarah Mariana da Silva Marie-Christine Rufener Maria Christina B. de Araújo	447	Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos *Solid waste in mangrove in the Potengi River (Natal, RN, Brazil): relation to the location and uses*
Ana Flávia Pantalena Luis Parente Maia	459	Marcas da ação antrópica na história ambiental do Rio Jaguaribe, Ceará, Brasil *Tracks of anthropic action in the environmental history of the Jaguaribe River, State of Ceará, Brazil*

Elana Carolina de Souza Medeiros Ana Flávia Pantalena Brígida Miola Renan Silva de Lima Marcelo de Oliveira Soares	471	Percepção ambiental da erosão costeira em uma praia no litoral do Nordeste do Brasil (Praia da Taíba, CE) *Environmental awareness of coastal erosion of a beach on the Coast of Northeast Brazil (Taíba Beach, CE)*
Marina de Sá L. Câmara de Araújo Deusinete de Oliveira Tenório Daniela da Silva Castiglioni	483	Diversidade e distribuição dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, litoral sul de Pernambuco, Brasil *Diversity and distribution of the Crustacea Brachyura from the mangroves of Ariquindá and Mamucabas Rivers, South Coast of Pernambuco, Brazil*
Bruno Jacomel Lucila Maria de Souza Campos	501	Produção sustentável e controlada de ostras: ações em Santa Catarina (Brasil) rumo aos padrões internacionais de comercialização *Sustainable and controlled production of oysters: actions in Santa Catarina (Brazil) towards international standards of merchantability*
Luana Portz Gabriela Camboim Rockett Ricardo Augusto Lengler Franchini Rogério Portantiolo Manzolli Nelson Luiz Sambaqui Gruber	517	Gestão de dunas costeiras: o uso de sistema de informações geográficas (SIG) na implantação de planos de gestão no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil *Coastal dune management: the use of geographic information system (GIS) in the development of management plans in the coast of Rio Grande do Sul, Brazil*

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-456_Viegas.pdf | DOI:10.5894/rgci456

Alterações Climáticas, Perceções e Racionalidades *

Climate Change, Perceptions and Rationalities

Vanda Viegas[@, 1, 2]; Ulisses M. Azeiteiro[1, 2]; João Alveirinho Dias[3]; Fátima Alves[4, 5]

RESUMO

Considerando que as Alterações Climáticas (AC) – uma das cinco áreas-guia da Estratégia 2020 da Comissão Europeia – são um problema global que requer respostas locais articuladas aos níveis macro, meso e micro; e que a sua compreensão implica a identificação das relações reciprocamente influentes entre a Natureza, a Sociedade e a Cultura; qualquer intervenção – seja no sentido da mitigação das AC, seja no sentido da adaptação às AC – envolve necessariamente essa mesma sociedade, em toda a complexidade das suas dimensões socioculturais e ambientais. Neste artigo, enquadrado pelas teorias compreensivas, refletimos brevemente sobre algumas das inter-relações entre os sistemas climáticos, ambientais e socioculturais e defendemos que as racionalidades leigas, por se enraizarem em tipos e fontes de saber plurais, são um dos pilares para melhor se compreender e lidar com o fenómeno das AC.

Palavras-chave: racionalidades leigas, alterações climáticas, capital social, saberes-poderes, sustentabilidade

ABSTRACT

Whereas Climate Change (CC) – one of the five prioritary areas of the Strategy 2020 of the European Commission – is a global challenge needing local responses, articulated at the macro, meso and micro levels; and while its understanding entails identifying mutually influential relationships between Nature, Society and Culture, any intervention – either to mitigate or adapt to CC – necessarily involves society itself, in the full complexity of its sociocultural and environmental dimensions. In a world in the midst of a major demographic transition, with a population expected to reach 9 billion by 2050, issues like sustainability, resource use, scarcity and sharing, have been interwoven in the international, regional and local arenas. This paper develops in the light of comprehensive theories. The methodological procedures are based upon desk research and all the work relies on the reflexive notion and today´s ubiquitous complexity. The spirit of this pivotal approach is the interest in knowledge, curiosity for different dimensions of knowledge and how it is (re)produced, articulated and reflected in the relationships of the individual human being, with itself, with other human beings, with other living creatures and with the environment. This papers argues that the lay rationalities, because they take root in various types and sources of knowledge, are one of the pillars to better understand and deal with the phenomenon of CC. Part one of this paper makes a brief reference to ethical implications, preceded by a succinct analysis of the key dynamics and processes, which are considered responsible for the variability and climate change in a diachronic perspective. Part two discusses some of the sustainability issues, with a brief introduction to the pathways and strategies for mitigating and adapting to CC, which have been outlined and lie ahead, linking the global dimension to the local dimension, governments to markets and to civil society. Finally, focusing on lay

[@] Corresponding author

[1] Universidade Aberta, Departamento de Ciências e Tecnologia, Palácio Ceia, Rua da Escola Politécnica, 141 – 147, 1269-001 Lisboa, Portugal. e-mail: <vnd.vgs@gmail.com>.

[2] Centro de Ecologia Funcional, Universidade de Coimbra, Portugal. e-mail: <ulisses@uab.pt>

[3] CIMA – Centro de Investigação Marinha e Ambiental da Universidade do Algarve, Faro, Portugal. e-mail: <jdias@ualg.pt>

[4] Universidade Aberta, Departamento de Ciências Sociais e Gestão, Palácio Ceia, Rua da Escola Politécnica, 141 – 147, 1269-001 Lisboa, Portugal;

[5] Centro de Estudos das Migrações e das Relações Interculturais e Centro de Ecologia Funcional – Ecologia e Sociedade, Universidade de Coimbra e Universidade Aberta, Portugal. e-mail: <fatimaa@uab.pt>

* *Submission: 26 NOV 2013; Peer review: 15 JAN 2014; Revised: 28 FEB 2014; Accepted: 26 JUL 2014; Available on-line: 16 SET 2014*

rationalities, a brief approach is sought regarding the issues of reflexivity, social capital and the 'knowledge-power' concept, keeping in mind that the study of the social reality, which is complex in nature, is always a (de)constructed exercise of dialectics between generalization and specialization.

***Keywords**: lay rationalities, climate change, social capital, knowledge-power, sustainability.*

1. Introdução

Num mundo em plena transição demográfica, que se perspetiva que em 2050 venha a ter cerca de 9 mil milhões de seres humanos (UN, 2013), as questões da sustentabilidade, do uso, da escassez e da partilha de recursos entretecem-se pelas arenas mundiais, regionais e locais.

Este trabalho desenvolve-se à luz das teorias compreensivas (Weber, 2014), no sentido em que não procuramos explicar a causalidade da ação social dos agentes, nem buscar leis da regularidade do funcionamento social. Procuramos a compreensão dos sentidos da ação social (Guerra, 2006). Os procedimentos metodológicos baseiam-se na pesquisa documental e a todo o trabalho subjazem a noção reflexiva e a omnipresente complexidade hodierna. O ânimo desta abordagem de charneira é o interesse pelo conhecimento, a curiosidade pelas diferentes dimensões dos saberes e de como estes se (re)produzem, se articulam e se refletem nas relações do Humano, consigo próprio, com o Outro, com os Outros Seres e com o Ambiente.

No presente artigo, começamos, na primeira parte, por uma breve referência a implicações éticas, antecedida de uma aproximação às principais dinâmicas e processos considerados responsáveis pela variabilidade e pelas alterações climáticas.

Na segunda parte, abordaremos algumas das questões da sustentabilidade, fazendo uma breve introdução aos percursos e às estratégias de mitigação das alterações climáticas e de adaptação a essas mesmas alterações que têm vindo a ser traçados e que se perspetivam, interligando o global ao local, os governos aos mercados e à sociedade civil.

Finalmente, e com foco nas racionalidades leigas (*e.g.*, Alves, 2011), buscaremos uma breve aproximação a questões da reflexividade, do capital social (*e.g.*, Fukuyama, 1999) e dos saberes-poderes (Foucault, 1992), tendo em mente que o estudo de uma realidade social, intrinsecamente complexa, é um exercício, sempre (des)construído, de dialética entre generalização e especialização.

2. Da Variabilidade Climática

2.1. Das Dinâmicas Naturais

O conhecimento científico atual permite saber, embora com as incertezas inerentes à Ciência, como é que a Terra se formou e como evoluiu ao longo de alguns milhares de milhões de anos, até adquirir as características que hoje a tipificam. Há, principalmente duas características que, tanto quanto sabemos, tornam a Terra única no contexto do sistema solar e, porventura, do galáxico ou, mesmo, do cósmico: água abundante no estado líquido e vida diversificada. Acredita-se que o desenvolvimento da vida só foi possível devido à existência de água no estado líquido, pelo que se pode concluir que o principal elemento diferenciador do planeta Terra é a água. Aproximadamente 71% da superfície terrestre está coberta de água, o que, vista do espaço, lhe confere uma tonalidade geral azulada, razão por que, com frequência, é apelidada de "Planeta Azul".

É muito provável que existisse uma quantidade apreciável de água no material que formou a Terra (*e.g.,* Morbidelli *et al*., 2000; Drake, 2005), há pouco mais de 4,5 mil milhões de anos (Ma) (*e.g.,* Nisbet & Sleep, 2001). Possivelmente, a água líquida ocorria já à superfície uns 50 Ma após as fases principais de acreção construtiva da Terra (Pinti, 2005), sendo provável que a intensa condensação do vapor de água atmosférico tenha produzido fortíssimas precipitações, da ordem de 7 000 mm/ano, o que conduziu à formação muito rápida (talvez menos de um milhar de anos) dos oceanos (Abe, 1993). Todavia, até há cerca de 4 mil Ma, impactos meteoríticos ocasionais provocavam aquecimento dos oceanos então existentes, esterilizando-os (Nisbet & Sleep, 2001). As mais antigas rochas sedimentares marinhas encontradas até agora (e que, portanto, conseguiram sobreviver aos intensos episódios tectónicos e metamórficos por que passaram) são as de Akilia, na Groenlândia Ocidental, datada de há uns 3,86 mil Ma (Nutman *et al.*, 1996), e de Isua, no Sudoeste da Groenlândia, com 3,7 mil Ma (Rosing *et al.*, 1996).

Embora se considere que a vida na Terra existe desde antes de 3,8 mil Ma (*e.g.*, Nisbet & Sleep, 2001; Schidlowski, 1988), a escassa biosfera então existente seria constituída por extremófilos, possivelmente hipertermófilos (*e.g.,* Schidlowski, 1988; Rothschild & Mancinelli, 2001), que talvez vivessem junto a exsudações hidrotermais oceânicas e que, por vezes, seriam destruídos devido a impactos meteoríticos. Os primeiros indícios seguros existentes indicam que, há 3,5 mil milhões de anos, a vida era já relativamente comum no planeta Terra (*e.g.,* Nisbet & Sleep, 2001; Schopf, 2006; Schopf *et al.,* 2007; Lyons *et al.,* 2014), ou seja, pode considerar-se essa a idade da biosfera terrestre (ainda que, na altura, fosse constituída apenas por organismos rudimentares).

Os organismos fotossintéticos surgiram há mais de 2,8 mil Ma (*e.g.,* Des Marais, 2000). Porém, a grande maioria do oxigénio libertado para a atmosfera pela fotossíntese era consumido pela oxidação de materiais, designadamente o ferro. Por isso, as formações com camadas vermelhas, devido à presença de ferro oxidado, são características desta época. Com a passagem do tempo e o aumento da libertação de oxigénio para a atmosfera pelos organismos fotossintéticos, a quantidade de oxigénio livre ampliou-se bastante, excedendo, a certa altura, a capacidade de absorção por materiais em estado reduzido. Há cerca de 2,3 mil Ma verificou-se um expressivo aumento de oxigénio atmosférico, evento esse que normalmente é conhecido pela designação de primeiro GOE (Great Oxidation Event ou *Grande Evento de Oxigenação*) (*e.g.,* Falkowski, 2006; Guo *et al.,* 2009; Crowe *et al.,* 2013), passando a atmosfera a ter características oxidantes. Possivelmente, nesta produção intensa de oxigénio estiveram já envolvidos organismos eucariotas complexos (Nisbet & Sleep, 2001). A formação de uma atmosfera oxigenada foi catastrófica para a maior parte dos organismos então existentes, anaeróbicos, para os quais o oxigénio era letal. Em compensação, começaram a surgir os organismos aeróbicos, que acabariam por evoluir para a vida tal como a conhecemos.

À medida que as moléculas de oxigénio foram atingindo níveis mais elevados da atmosfera, foi-se progressivamente criando uma fina camada enriquecida em ozono. Com efeito, na estratosfera, a energia da radiação ultravioleta (UV) do Sol cinde as moléculas de oxigénio (O_2) em átomos individuais (O), que, combinando-se com outras moléculas de oxigénio, formam moléculas de ozono (O_3), muito eficazes na absorção de UV, constituindo-se, assim, uma fina camada que funciona como escudo, protegendo o planeta desta radiação, com comprimentos de onda de 200 a 300 nanómetros (nm) e que é biologicamente letal. A construção progressiva desta camada protetora de ozono, a partir de há uns 2 mil Ma (*e.g.*, Glikson, 2014; Maruyamab *et al*., 2014) ou mesmo antes, talvez há cerca de 2,6 Ma (Watanabe *et al.*, 2000; Cockell & Raven, 2007), juntamente com o enriquecimento da atmosfera em oxigénio, permitiu que as formas de vida migrassem até às camadas superficiais do oceano, viabilizando a proliferação do fitoplâncton, sendo mesmo possível que, nessa altura, tivessem ocorrido as primeiras tentativas de colonização de áreas emersas (Cockell & Raven, 2007).

Há cerca de mil Ma ocorreu outro GOE, normalmente conhecido por *Evento Neoproterozoico de Oxigenação* (*e.g.,* Ward *et al.,* 2006; Shields-Zhou & Och, 2010), que, progressivamente, criou condições para que, mais tarde, com início há cerca de 600 Ma, se verificasse o aparecimento de forma complexas de vida, cuja "explosão" se verificou no Câmbrico, há cerca de 541 (*e.g.*, Marshall, 2006; Butterfield, 2007; Baudouin-Cornu & Thomas, 2007). Depois dessa altura, o oxigénio atmosférico continuou a ser um fator determinante na progressiva adaptação da vida, nomeadamente dos artrópodes e vertebrados, aos ambientes terrestres (*e.g.,* Ward *et al.,* 2006; Baudouin-Cornu & Thomas, 2007).

Após o Câmbrico, a composição da atmosfera nunca mais sofreu variações extremas, embora as quantidades relativas dos seus componentes tenham conhecido variações notáveis em função de um conjunto complexo de fatores, entre os quais, as glaciações, a geometria dos continentes, as erupções vulcânicas, as áreas cobertas por vegetação e os impactos meteoríticos. Por exemplo, o oxigénio variou, desde há 300 Ma até à actualidade, entre cerca de 30% e de 11%, sendo actualmente de 21%, e o anidrido carbónico (CO_2) entre umas 300 ppm (partes por milhão) e cerca de 4000 ppm, sendo atualmente 397 ppm (*e.g.,* Dudley, 1998; Ghosha *et al.,* 2001; Came *et al.,* 2006). Possivelmente, estas variações no conteúdo atmosférico em oxigénio foram determinantes nas vicissitudes por que a vida passou na longa história da Terra. Por exemplo, a ocupação relevante de ambientes terrestres parece ter ocorrido apenas quando a percentagem de O_2 na atmosfera se começou a aproximar dos 20% (percentagem um pouco inferior à actual), há uns 440 Ma; a diversificação das formas de vida esteve, aparentemente, relacionada com os níveis elevados de O_2 (chegando talvez a atingir mais de 25%) que ocorreram entre 435 e 400 Ma; a subsequente diminuição dos níveis de oxigénio que se verificou entre 400 e 380 Ma, quando desceu a um mínimo inferior a 14%, e se prolongou, com valores baixos, até há 345 Ma, esteve relacionada com a extinção, no Devónico superior, de muitas espécies terrestres (nomeadamente de artrópodes) e marinhas, pois o próprio oceano parece ter sofrido períodos de anoxia; o posterior acréscimo da percentagem de O_2, que ultrapassou o nível actual de 21% há uns 335 Ma e viria a atingir o máximo de 30% ou mais há uns 300 Ma, reflectiu-se, entre outras, na diversificação dos artrópodes terrestres e dos vertebrados, no aparecimento de novos *taxa* e na grande expansão das espécies vegetais subaéreas (Ward *et al.,* 2006).

Se a composição da atmosfera é crucial para a evolução climática, essa evolução é, em muito, definida por causas astronómicas, nomeadamente pelos *forçamentos orbitais*, ou seja, pelos diferentes movimentos da Terra, principalmente a *excentricidade da órbita, a obliquidade do eixo de rotação e a precessão dos equinócios*, cuja ciclicidade é, em geral, conhecida pela designação de *parâmetros de Milankovitch*. A conjugação destes diferentes movimentos faz com que a Terra tenha maior ou menor insolação, o que, como é evidente, é um forçador climático básico. Por exemplo,

os períodos glaciários e interglaciários são, em muito, definidos por estes parâmetros de Milankovitch.

Todavia, o sistema climático terrestre é muito complexo e ainda bastante mal conhecido. O sistema atmosfera–oceano desempenha, também, um papel fundamental na evolução climática da Terra, em geral amortecendo os efeitos das variações rápidas (*e.g.,* Bijma *et al.*, 2013) mas, também, por vezes, suscitando modificações aceleradas, como aconteceu no Dryas Recente. Após um longo período glacial, a Terra estava já num estádio avançado de aquecimento, transicional para um período interglaciário, quando, há 12 800 anos AP (antes do Presente), essa tendência se inverteu abruptamente, regressando a condições glaciais durante uns mil e trezentos anos. Segundo parece, o aquecimento climático provocou a progressiva fusão dos mantos de gelo da América do Norte; a introdução rápida desta água doce na parte setentrional do Atlântico fez com que esta, menos densa, se distribuísse à superfície (*e.g.,* Johnson & McClure, 1976; Broecker, 2006). Como o ponto de congelação da água doce (0ºC) é significativamente mais elevado do que o da água salgada (-4ºC), a superfície oceânica, a latitudes elevadas, teria congelado mais facilmente, interrompendo ou, pelo menos, reduzindo substancialmente a produção de Água Norte-Atlântica de Fundo (NADW) (*e.g.,* Johnson & McClure, 1976; Ganopolski & Rahmstorf, 2001; Broecker, 2006). Refira-se que, com a atual configuração dos continentes, a produção de NADW é uma das peças essenciais do funcionamento climático da Terra. A circulação termo-halina faz com que haja, a níveis intermédios e subsuperficiais do Atlântico Norte, um movimento advectivo de água quente e salina das baixas para as altas latitudes. A estas latitudes, como junto à Islândia, esta água aflora à superfície e arrefece, ou seja, liberta calor, razão por que as regiões nordeste atlânticas não são tão frias como seriam se este processo não existisse. Isto significa que a água se torna mais densa e mergulha em direção ao fundo, gerando a NADW (*e.g.*, Broecker, 1991; Kuhlbrodt *et al.*, 2007), a qual vai influenciar o clima em todo o resto da Terra. Tendo, há 12 800 anos AP, o Atlântico congelado a estas latitudes, a produção de NADW reduziu-se substancialmente, o que significa que o transporte de calor das baixas para as altas latitudes foi bastante amortecido; com a forte diminuição da circulação de água profunda, a deterioração climática acabou por se fazer sentir em toda a Terra. Acresce que, estando o mar gelado, o albedo se ampliou, fazendo com que, nessas regiões, a absorção da radiação solar diminuísse substancialmente, deteriorando ainda mais as condições climáticas. Processos de retroalimentação (*feedback*) como este, em que o arrefecimento provocou mais arrefecimento, ocorrem com relativa frequência no funcionamento do sistema climático. O curto período glaciar assim induzido acabaria por terminar há 11 400 AP, evoluindo então o clima, definitivamente, para condições interglaciais persistentes.

Como a investigação científica opera nas fronteiras entre o conhecido e o desconhecido, raramente há certezas absolutas e, por via de regra, o progresso faz-se através de muitas dúvidas, de elaborações conjecturais e da formulação de hipóteses múltiplas. Tal é ainda mais relevante quando os assuntos estudados se caracterizam por elevada complexidade, como é o caso do sistema climático terrestre. Em contraposição à hipótese sucintamente apresentada acima, em que o Dryas Recente teria sido induzido pela fusão dos gelos e pelo amortecimento da produção de NADW, alguns investigadores defendem que o acontecimento que esteve na origem desse curto período glaciário foi uma explosão meteorítica na baixa atmosfera, pois que há indícios de que tal se verificou há 12 900 anos (*e.g.,* Firestone *et al.,* 2007; Melott *et al.*, 2010). As duas hipóteses não são incompatíveis e é bem possível que ambas se tenham potenciado para induzir a grande rapidez com que o Dryas Recente se instalou.

A dinâmica climática é pois afetada por uma miríade de variáveis, cujo comportamento químico e físico, interdependências mutuamente influentes, consequências e previsões, na sua globalidade, estão ainda por conhecer na totalidade.

2.2. Da Ação Antrópica e Alterações Climáticas

A United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) considera como Alterações Climáticas apenas as mudanças resultantes direta ou indiretamente da atividade antrópica: “"Alteração climática" significa uma mudança de clima que é atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altera a composição da atmosfera mundial e que se soma à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis” (UNFCCC, 1998).

Neste trabalho, fundamentando com a interinfluência e a dinâmica dos componentes e processos naturais do sistema climático, seguimos a posição de Le Treut *et al.* (2007): “As alterações climáticas referem-se a uma mudança no estado do clima, que pode ser identificada (e.g., por meio de testes estatísticos) por mudanças na média e/ou na variação das suas propriedades e que persiste durante um longo período de tempo, tipicamente de décadas ou mais. A mudança climática pode ser devida a processos internos naturais ou a forçamentos externos, ou a mudanças antropogénicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra” (Le Treut *et al.,* 2007).

Nesta pesquisa evidencia-se que as AC derivam não apenas dos impactes resultantes direta ou indiretamente da ação antrópica continuada, mas também, e em dinâmicas interinfluentes, das mudanças que resultam

dos processos internos naturais do sistema climático ou do seu forçamento externo.

A capacidade de regeneração da natureza encontra-se comprometida na atualidade, nomeadamente alguns fenómenos que seriam passíveis de reabsorção e/ou regeneração/ autorregeneração natural (*e.g.*, decomposição ou queima da biomassa, variabilidade vulcânica, etc.). A situação atual reflete pois, para além dos processos geológicos, os processos históricos, longos e demorados, que ao longo dos séculos têm vindo a gerar impactos, em particular a partir do Séc. XVIII, com a Revolução Industrial, mas sobretudo a partir da 2ª Guerra Mundial e em crescendo até aos nossos dias.

Embora quase não tenha sido considerada até à década de 60 do Séc. XX, a explosão demográfica, em conjunto com as alterações do uso do solo e do modo de vida, particularmente o dos países afluentes, para além de contribuir largamente para a determinação dos atuais elevados índices de devastação ambiental e para uma ininterrupta fragmentação de ecossistemas (fragmentação de *habitats*), é ainda amplamente responsável, em resultado da própria ação antrópica, pelo forte aumento continuado dos *gases de efeito de estufa* (GEE) e dos aerossóis na atmosfera.

O IPCC defende: "Mudanças na quantidade atmosférica de GEE e aerossóis, na radiação solar e nas propriedades da superfície terrestre alteram o equilíbrio energético do sistema climático. Estas mudanças são expressas em termos de forçamento radiativo, que é usado para comparar como uma série de influências humanas e fatores naturais levam ao aquecimento ou ao arrefecimento do clima global"(IPCC, 2007).

Fenómenos como o da acidificação dos oceanos (Fabry *et al.*, 2008) ou o da acidificação dos solos (Jones *et al.*, 2012), exponenciados pela ação antrópica, estão estreitamente ligados com as Alterações Climáticas. Outro fenómeno agravado pela poluição, também com graves consequências aos níveis do equilíbrio dos ecossistemas, da economia e da saúde para os próprios humanos, é o fenómeno das chuvas ácidas (Monteith *et al.*, 2007). De origem natural ou antropogénica, os efeitos secundários dos aerossóis, no entanto, podem levar a um forçamento radiativo do sistema climático (Ramanathan *et al.*, 2001).

Conquanto não possa ainda ser provada a relação causa-efeito entre a emissão de GEE das atividades antrópicas poluentes e o aumento da temperatura, alguns modelos climáticos, em finais da década de 90, considerando as interações do ciclo do carbono com o ciclo da água, já apontavam para alterações no ciclo hidrológico com efeitos, na sua globalidade, não totalmente previsíveis na evolução do clima na Terra (Sellers *et al.*, 1997).

Segundo Houghton *et al.* (1996): "As concentrações atmosféricas de gases com efeito de estufa, *inter alia*, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxidos de azoto (NO_x) tiveram um aumento significativo. […] Muitos permanecem na atmosfera por um longo tempo (caso do CO_2 e N_2O, por muitas décadas e séculos), daí afetarem o forçamento radiativo em escalas de longo prazo" (Houghton *et al.*, 1996).

As mudanças climáticas resultam, assim, de efeitos de dominó pelo encadeamento de processos, alguns dos quais irreversíveis, e com dinâmicas de longo tempo de resposta ou por inércia, no seu conjunto.

A miríade de tensões e de interações retroativas, naturais e antropogénicas contidas nos fenómenos das Alterações Climáticas, consubstanciada no aumento da temperatura, relaciona-se com a alteração da precipitação, com o aumento do nível do mar e com os cada vez mais presentes *Eventos Extremos* (IPCC, 2007).

No entanto, não é sem polémica entre a comunidade científica que se vai desenvolvendo a investigação sobre as AC, suas dinâmicas e evoluções. Um bom exemplo disso terá sido a carta aberta enviada em finais de 2012 ao Secretário-geral das Nações Unidas, Ban Ki-Moon, (*Open letter to UN Secretary-General* [1]) em que 125 cientistas que defendem não haver evidência científica de que a produção de CO_2 tenha sido ou venha a ser responsável pelo aquecimento global observado.

2.2.1. Sobre Ecossistemas, Serviços de Ecossistema, Biodiversidade e Bem-estar

Nesta análise, e interligando com as questões ambientais e das AC, importa manter presente os efeitos que advêm da pressão exercida pelos ritmos e escala impostos, particularmente nos últimos 50 anos, pela atividade antrópica sobre a biodiversidade e, naturalmente, sobre a totalidade de ecossistemas que a compõem e de que o ser humano é parte integrante.

Sendo o ser humano parte dos ecossistemas, o seu bem-estar, subjetiva e contextualmente percecionado e experienciado, é reflexo da interligação da conjuntura ecológica sociocultural local. O Millennium Ecosystem Assessment, em "Ecosystems and Human well-being *A Framework for Assessment*" (MA, 2003), entende o bem-estar humano como o oposto em um *continuum* de pobreza – ambos conceitos plurais complexos, cuja análise e implicações não cabem no âmbito do presente artigo.

De acordo com o Relatório "Ecosystems and Human well-being *Synthesis*" (MA, 2005), um ecossistema refere-se a uma complexa e dinâmica unidade funcional, independentemente do tamanho, entre plantas, animais e microrganismos, em um determinado

[1] Disponível on-line em http://opinion.financialpost.com/2012/11/29/open-climate-letter-to-un-secretary-general-current-scientific-knowledge-does-not-substantiate-ban-ki-moon-assertions-on-weather-and-climate-say-125-scientists/

meio abiótico, cujos serviços são fundamentais para o bem-estar humano.

O MA (2005) enquadra os serviços dos ecossistemas, percebidos como benefícios, em quatro áreas:

a) Produção – *e.g.* água potável, alimentos, recursos genéticos…;
b) Regulação – *e.g.* clima, qualidade do ar, água, doenças humanas…;
c) Culturais – *e.g.* espirituais, religiosos, reflexão, lazer…;
d) Suporte – *e.g.* produção primária, oxigénio, formação do solo…;

Interligando as Alterações Climáticas, com a destruição, fragmentação e/ou alteração de *habitats*, com a invasão de espécies exóticas e com os efeitos antropogénicos, o sobreuso dos serviços dos ecossistemas, embora estes fatores tenham contribuído para aparentes (mas controversos e discutíveis) ganhos no desenvolvimento económico das gerações humanas atuais, levantam sérias preocupações relativamente à sustentabilidade da biodiversidade e, consequentemente, à sustentabilidade das gerações futuras, humanas e não-humanas (MA, 2005).

A complexidade, multiplicidade e quantidade de interações das dimensões climáticas, humanas e do ambiente, em processos mutuamente influentes e retroativos, têm consequências reconhecidamente devastadoras (Stocker *et al.*, 2013), mas ainda de difícil quantificação.

Assim, e levando em consideração a incerteza, a caducidade do conhecimento e o desconhecimento cabal sobre as interações e a globalidade das intra- e das interdependências dos sistemas da Terra e dos sistemas humanos, verifica-se, entre outros, um aparente aumento de fenómenos a que se convencionou chamar de eventos extremos.

2.3. Das Alterações Climáticas e das Implicações Éticas

A amplitude das questões relacionadas com as Alterações Climáticas extravasa em muito, conforme referido, o campo meramente científico, pois relaciona-se profundamente com estratégias de poder e crescimento económico descontrolado, bem como com a perceção, a atitude e os comportamentos de risco antrópicos.

No entanto, uma consciencialização crescente da necessidade de proteção do ambiente foi ganhando peso e levou, entre outros, à adoção do 'Princípio da Precaução', o 15º Princípio, na Declaração da RIO 92: "A fim de proteger o ambiente, o Princípio da Precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a falta de plena certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental" (UNDESA, 1992).

Como a literatura confirma, a Ética é um conceito complexo e de recorte pouco definido, cujo âmbito se situa no domínio do normativo e do *dever ser*, *i.e.*, no domínio dos valores (Lourenço, 2002). *Lato sensu*, a Ética liga-se à reflexão teórica e filosófica sobre o bem e o mal e sobre os grandes princípios – como os da justiça, do bem comum, da benevolência, do eudaimonismo (Aristóteles, 2009), da responsabilidade (Jonas, [1979] 1984), entre outros – os quais regulam e orientam atitudes, racionalidades e comportamentos nas nossas relações morais connosco e com os outros, seja de indivíduos ou de grupos humanos: comunidades, organizações, Estados, etc.

Com este enquadramento, poder-se-á definir a Ética Ambiental como a disciplina filosófica que reflete sobre as relações morais dos seres humanos, estendendo as questões da moralidade às relações dos humanos com a Natureza, com os ecossistemas e com os outros seres vivos não humanos.

Assim considerada, a Ética Ambiental entende-se como o esteio, de referências e valores, orientador e normalizador da conduta e ação humanas não apenas relativamente aos humanos, mas também ao Ambiente, à sua preservação e conservação.

De acordo com Shue (2005), a maior parte da reflexão filosófica sobre os efeitos das Alterações Climáticas nas interações humanas com a Natureza considera que os problemas fundamentais estão ligados à (crescente) (in)justiça distributiva espaciotemporal. No entanto, o autor chama a atenção para o facto de a perda da biodiversidade por extinção antropogénica também ser um problema ético (Shue, 2005: 459).

Na linha do que Pickett & Ostefeld (1995) já haviam referido – o problema hodierno é o descontrolo anormal da taxa atual de extinção, com um fluxo excessivamente rápido e com grande extensão espacial, Shue (2005) argumenta que o aumento de concentração dos GEE, resultado das atividades antrópicas, conduz a alterações rápidas do clima e à deterioração e/ou perda de *habitats* e, consequentemente, à extinção de espécies animais e vegetais por não terem tempo para se adaptar.

Perante tão complexa situação são muitas as questões que se impõem: Até que ponto é moralmente aceitável a interferência antropogénica no Ambiente? Até que ponto é moralmente aceitável a manipulação genética? Até que ponto é moralmente aceitável a manipulação climática? As respostas disponíveis são inúmeras e não convergentes, pois dependem dos valores, da perceção, da posicionalidade e da perspetiva mais antropocêntrica, mais biocêntrica ou mais ecocêntrica do seu autor.

No gizar das políticas das alterações climáticas e/ou das políticas ambientais, mesmo considerando a inexistência de um modelo científico que abarque todas as variáveis e todas as incertezas inerentes, bem como a impotência preditiva da ecologia e/ou as limitações das teorias científicas (Shrader-Frechette, 2005), dever-se-á, a nosso ver, ponderar, de uma perspetiva holística, a dimensão espaciotemporal da ação antrópica em relação ao Ambiente, aos mais débeis, aos seres não-humanos e seus *habitats*, bem como às gerações vindouras, tendo em conta as implicações éticas.

A respeito, e no âmbito do *dever ser*, Callicott (2005) defende: "Uma coisa está correta quando tende para perturbar a comunidade biótica apenas em escalas espaciais e temporais normais. Está errada quando tende para outra coisa" (2005: 225).

De uma outra perspetiva Jonas ([1979] 1984) reformula o imperativo categórico Kantiano e defende o *Princípio da Responsabilidade*: "Age de tal modo que os efeitos da tua ação sejam compatíveis com a permanência de uma vida autenticamente humana na terra".

Næss (1986), por seu lado, vem propor o conceito de *Autorrealização*, conceito em que se escora a Ecosofia T[1]. A Autorrealização será o resultado de um processo individual de amadurecimento do "Eu" que, a partir do ego se vai alargando e integrando tudo aquilo com que se identifica. Assim, pode falar-se da transição do 'Ego' para o 'Eu social' e deste para o 'Eu ecológico', interiorizando-se simultaneamente o facto de a própria existência estar indelevelmente entrelaçada com o Todo, de que é parte (Mathews, 2005).

Este processo de amadurecimento traduz-se, defende Næss (1986), em um egoísmo ecológico e, consequentemente, leva a um comportamento de cuidado com a Natureza, visto ser o mais verdadeiro, profundo e próprio interesse do indivíduo. Afinal é da sua própria sustentabilidade que se trata.

Sabe-se hoje, conforme já referido, que o estilo de vida desenvolvido, particularmente a partir da Revolução Industrial, encetada pelos países afluentes (Cameron, 2004), tem efeitos antropogénicos transespaciais e transtemporais muito superiores à capacidade de regeneração natural do planeta, enquanto, simultaneamente, a grande maioria dos humanos não tem acesso aos recursos básicos para satisfazer as suas necessidades vitais.

Além disso, a comunidade humana, no geral, está longe de pensar seres humanos, não-humanos e na Natureza como partes integrantes e interdependentes de um Todo e de considerar que o Todo – e cada uma das partes – tem estatuto moral próprio, pelo que, em consonância, a realização ou manutenção do seu bem-estar tem valor intrínseco. E a proteção do Todo requer ações concretas, justiça, respeito e responsabilidade aos níveis individual, social e ambiental. Em última instância, requer uma evolução no sentido de democracias-mais-que-humanas (Hettinger, 2005).

A nosso ver, é necessário que a Ética Ambiental se (re)produza culturalmente. Urge que os valores ambientais se impregnem no tecido cultural das sociedades humanas e se traduzam no terreno. Desta forma, não apenas a aplicação das políticas climáticas e ambientais seria percecionada como um processo natural, como ainda seriam ultrapassados, em muito, os seus objetivos.

3. Adaptação e Mitigação – Das Políticas, Mercados e Sustentabilidade

3.1. Em Portugal: Do PNAC à ENAAC

Data de 2001 o primeiro Programa Nacional de Alterações Climáticas (PNAC), revisto e atualizado, de acordo com a Diretiva n.º 2003/87/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro, pela Resolução do Conselho de Ministros (RCM) n.º 119/2004.

Com a sua origem nas necessidades sentidas pela Comissão para as Alterações Climáticas (CAC) (1998-2012), ao verificar as insuficiências do PNAC (2004) e o consequente afastamento de Portugal do cumprimento das metas do Protocolo de Quioto (PQ), o PNAC (2006), veio atualizar o anterior, traduzindo uma política com consciência da situação ambiental.

Conforme a RCM n.º 10423, de agosto de 2006, refere no seu preâmbulo: "No contexto comunitário devem ter-se em conta as conclusões do Conselho de Ministros do Ambiente de Março de 2006, reafirmando a estratégia definida em Março de 2005 pelos Chefes de Estado e de Governo da União Europeia relativamente à necessidade de considerar, com todas as Partes à Convenção, acções futuras tendo em vista o objectivo último da Convenção – a estabilização da concentração de GEE na atmosfera a um nível que evite uma interferência antropogénica perigosa com o sistema climático" (Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006).

Considerando a situação local, o PNAC 2006 transportava para a legislação nacional as orientações, em conformidade com os então compromissos e princípios das políticas para as AC da UE.

Assim, foram estabelecidos para Portugal os instrumentos e mecanismos legais: i) o Plano Nacional de Atri-

[1] Em *lato sensu*, pensamento filosófico que reflete harmonia ecológica ou equilíbrio. 'I call the ecosophy I feel at home by "Ecosophy T" (Næss, s/d [1986]:412). '*T*' advém de *Tvergastein*, nome de uma montanha na Noruega onde Næss tinha a sua cabana. Era o seu local preferido para caminhar, refletir e meditar em comunhão com a natureza. Disponível on-line em: http://www.nytimes.com/2009/01/15/world/europe/15naess.html?_r=0

buição de Licenças de Emissão, o PNALE II, que impõe tetos às emissões de CO_2 a um conjunto de instalações industriais, viabilizando a participação de Portugal no mecanismo de licenças de emissão europeias, o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE); e, ii) o Fundo Português de Carbono, que promove a aquisição de unidades de cumprimento no âmbito dos Mecanismos de Flexibilidade do PQ, bem como a redução adicional de emissões de gases com efeito de estufa através de projetos domésticos.

Além destes mecanismos, necessários à implementação e cumprimento do PQ, o PNAC 2006 estabelecia os meios e os instrumentos de avaliação e monitorização do processo para o cumprimento das metas assumidas, prevendo mesmo um plano de contingência, para que fossem respeitados os limites de emissões de GEE a que Portugal estava sujeito – para o cumprimento do PQ para o período 2008-2012, o Estado português não podia ultrapassar em mais de 27% as emissões antropogénicas de GEE registadas em 1990. Este valor está conforme o princípio do PQ e da Política Ambiental europeia: *Responsabilidades comuns mas diferenciadas*.

Verifica-se atualmente, de acordo com o Indicador de Cumprimento de Quioto, que Portugal foi um dos países que cumpriu as metas estabelecidas para o período 2008-2012. A este feito, no entanto e para além do referido, não terá sido alheia a profunda crise económica atravessada pelo país.

Em dezembro de 2008, o Parlamento Europeu aprova o Pacote Clima-Energia: "três vintes" até 2020, acordado com o Conselho da Europa sobre: i) comércio de licenças de emissão; ii) contribuição de cada Estado-Membro para a redução das emissões, captura e armazenagem de carbono; iii) energia proveniente de fontes renováveis; iv) propostas relativas às emissões de CO_2 dos automóveis e às especificações para os carburantes.

Em abril de 2010 foi submetida e adotada como RCM n.º 24/2010, a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC) considerada "o primeiro passo na preparação de Portugal para os desafios da adaptação às alterações climáticas" (CECAC-APA, 2011:7).

A ENAAC está enformada por quatro objetivos primordiais:

- Informar e Conhecer – buscando desenvolver uma base científica e técnica sólida;
- Reduzir a Vulnerabilidade e Aumentar a Capacidade de Resposta – identificando, definindo prioridades e aplicando as principais medidas de adaptação "em particular de fenómenos meteorológicos extremos" (Resolução do Conselho de Ministros n.º 24/2010);
- Participar, Sensibilizar e Divulgar – junto de todos os agentes sociais, buscando a sua participação;
- Cooperação internacional.

Na sequência da Conferência de Copenhaga (COP 15), em dezembro de 2009, por força do Despacho n.º 15296/2010, de 11 de outubro, são estabelecidas para Portugal as normas de aplicação da Iniciativa Portuguesa de Implementação Imediata (FastStart) no que concerne às AC, sendo também determinada a constituição de um grupo de trabalho (GT-FastStart) com a responsabilidade pela sua execução. O GT-FastStart é composto por representantes do Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento, I.P. (IPAD) e da Agência Portuguesa do Ambiente, I.P (APA). A partir de setembro de 2011, a política climática em Portugal passa a estar concentrada na APA.

Com o objetivo de "colocar a economia nacional no sentido da sustentabilidade, da eficiência e da competitividade", para o período pós-2012, a RCM n.º 93/2010, vem estabelecer a criação de novos instrumentos de apoio para as políticas de Alteração Climática: i) o Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2020 (RNBC 2020), ii) a elaboração de planos sectoriais de baixo carbono para cada ministério, e iii) o Programa Nacional para as Alterações Climáticas para o período 2013-2020 (PNAC 2020).

Os impulsos políticos ao nível do Estado central, no âmbito da estratégia relativa às AC – que se desdobram numa multiplicidade de programas, planos, decisões, procedimentos, etc., nem sempre consonantes, aos vários níveis institucionais – conforme se pode verificar por uma leitura atenta, são recheados de urdiduras semânticas, não integram saberes locais, privilegiam espaços de informação a espaços de diálogo polifónico com os atores envolvidos no terreno e, atualmente, vão no sentido de concentrar esforços e recursos na intervenção pós-desastre, se comparado com os esforços na sua prevenção (*e.g.*: *Vide* Objetivos primordiais da ENAAC).

3.2. Da Sustentabilidade, Políticas e Mercados

Como referido, na UE, são as políticas europeias que orientam, impulsionam e condicionam as políticas dos Estados Membros. Estes, obrigatoriamente, devem transpor para as legislações nacionais as diretrizes europeias (o que também não é um processo isento de dificuldades e tensões).

A política ambiental, e em particular a política climática aqui em análise, na busca de soluções para os efeitos das Alterações Climáticas e a sua prevenção, é enquadrada pelo princípio da sustentabilidade, posto na ordem do dia mundial em 1987 pela mão do relatório *Our Common Future* (Brundtland, 1987), depois assumido pela União Europeia e, mais tarde, consagra-

do no texto constitucional em Portugal (Canotilho, 2010), definindo-se, assim, como um princípio estruturante da organização do(s) Estado(s) e, consequentemente, das sociedades.

Embora o relatório das Nações Unidas *Back to Our Common Future* (UNDESA, 2012), sobre os resultados da Conferência RIO+20, confirme não terem sido atingidas as metas da RIO92, afirma serem vários os caminhos ainda possíveis para atingir o Desenvolvimento Sustentável (DS). Paradoxalmente, tem-se vindo a assistir, no entanto, à pressão continuada de posturas hegemónicas, pouco disponíveis para atender a outros conhecimentos, necessidades ou interesses, a que se aliam, entre outros, as dificuldades no diálogo entre os atores (Santos, 2005). O que releva — e basta uma leitura atenta aos *press release* que foram sendo disponibilizados durante a Cimeira para o verificar — são os problemas (eficácia/resultado) no delineamento e na *praxis* das políticas para a sustentabilidade e as dificuldades para, em conjugação de interesses, trilhar esse(s) caminho(s).

A atual crise global, que põe em causa o DS, é a evidência de que, para que as políticas sejam eficazes (sustentáveis) na prática, é necessário equacionar-se a sustentabilidade das políticas. Por isso a importância de delinear políticas – respostas inovadoras – que, tendo em consideração os contextos ambientais, integrem não apenas as racionalidades, as crenças e os valores locais, mas também procedimentos e tecnologias acessíveis às populações-alvo dessas políticas, sob pena de as isolar.

A este respeito, Egiziabher (2004) observa que os camponeses (entendam-se os submetidos ao poder de outrem) "…não são impermeáveis a novos conhecimentos e maneiras de pensar, desde que minimamente acessíveis, apresentando-se sob formas que lhes sejam relativamente compreensíveis – tal como acontece a toda a gente. [...] Os camponeses não são conservadores que ficam de fora apenas para ficar de fora; eles representam a maioria, a nível global, que tem sido marginalizada pela agressiva minoria globalizadora. Por esta razão, os camponeses pretendem continuar a controlar o processo que se destina a tirá-los da pobreza – tal como qualquer de nós" (2004: 405).

A sustentabilidade das políticas para a sustentabilidade está, assim, interligada com uma *praxis* que invista nas populações locais (e as respeite), considerando, por um lado, as variáveis climáticas, ambientais, tecnológicas e económicas globais, e, por outro lado, integrando as variáveis ambientais, tecnológicas, económicas e socioculturais locais na esteira do é referido referido pelo Worldwatch Institute em *Toward a Transatlantic Green New Deal: Tackling the Climate and Economic Crises* (Frentch *et al.*, 2009).

Foi apenas em fevereiro de 2010 que a Comissão Europeia criou a Direção-Geral para a Ação Climática, com o propósito de conduzir as negociações internacionais sobre o clima, ajudar a UE a lidar com as consequências das Alterações Climáticas e a cumprir as metas para 2020, bem como desenvolver e implementar o Sistema de Comércio de Emissões da UE.

Para além de definir estratégias e coordenar a política ambiental e a política climática que ainda despontam, a UE é mandatada para negociar e ratificar, em nome dos Estados Membros, com países terceiros. Tal foi o caso da Decisão 2002/358/CE do Conselho, de 25 de Abril de 2002 (CE, 2002) relativa à aprovação, em nome da Comunidade Europeia, do Protocolo de Quioto (PQ) (UNFCCC, 1998), resultante da III Conferência das Partes (COP3); da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (CQNUAC), em 1997; e ao cumprimento conjunto dos respetivos compromissos, sob o princípio "responsabilidades comuns mas diferenciadas", já acima referido.

A partir do PQ, um dos instrumentos jurídicos internacionais mais importantes na luta contra as Alterações Climáticas, os países industrializados, para além de reconhecerem a sua responsabilidade pelos altos níveis de produção de GEE atuais, assumem que as suas emissões totais devem ser reduzidas em, pelo menos, 5% em relação aos níveis de 1990, durante o período 2008-2012.

Com o objetivo de estabilizar as emissões de determinados GEE são, então e pela primeira vez, definidos mecanismos de mercado para permitir a viabilização e o financiamento deste processo: i) Emissions trading – conhecido por "Mercado do Carbono"; ii) Clean Development Mechanism; iii) Joint Implementation. Estes mecanismos, no entanto, não colhem aprovação unânime, sendo mesmo fonte de grande polémica, pois entre os movimentos ambienta-listas, como o Carbon Trade Watch, há os que os entendem como um embuste e um perpetuar e aumentar das desigualdades sociais e agressões ambientais. Aliás, neste sentido é interessante o vídeo "The Story of Cap & Trade", disponível on-line em https://www.youtube. com/watch?v=ZYi78LaY8u4.

No âmbito das políticas europeias de combate às Alterações Climáticas e com o horizonte de 2020, Portugal viu recentemente aprovada uma ambiciosa Estratégia Nacional para a energia com a aprovação do Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (s/d), ao abrigo da Diretiva 2009/28/CE.

É neste contexto, e considerando os diferentes níveis de intervenção – Global; Regional e Local – que a capacitação competente (*Empowerment*) de indivíduos e populações para as tomadas de decisão locais e para a assunção do controlo dos processos em que estão envolvidos é considerada um fator crítico para a redução do risco de desastres (Field *et al.*, 2012). Daí, também, o apelo crescente a uma cidadania participativa ambientalmente responsável.

Aliás, deste convocar geral, no seguimento da *Carta da Terra* (Earth Charter, 2000) e da Conferência Rio 92, já faziam eco a Agenda 21 e a Convenção de Aarhus (1998).

Assim, importa sublinhar Alves *et al.* (2012): "… é necessário construir para o século XXI uma cidadania simultaneamente social e política, uma cidadania ambiental que encoraje a participação e valorize o diálogo e articulação entre distintos saberes-poderes." (2012:53).

4. Da Sociedade de Risco – Reflexividade, Estratégias e Saberes

4.1. Risco e Reflexividade

Giddens (1991) entende que a sociedade moderna reflexiva se constitui e se produz pelo conhecimento reflexivo aplicado, e na qual as ciências sociais, mais do que as naturais, estão profundamente implicadas. Para o autor, mais do que uma característica definidora de toda a ação humana, a reflexividade, na modernidade, integra a "própria base da reprodução do sistema, de forma que o pensamento e a ação estão constantemente refratados entre si [sendo] as práticas sociais constantemente examinadas e reformadas à luz de informação renovada sobre estas próprias práticas, alterando assim constitutivamente seu caráter" (Giddens,1991:39).

Para Beck *et al.* (1995) ""Modernização reflexiva" significa a possibilidade de uma (auto)destruição criativa para toda uma era: aquela da sociedade industrial. O "sujeito" dessa destruição criativa não é a revolução, não é a crise, mas a vitória da modernização ocidental" (Beck *et al.*, 1995:13).

O dinamismo da modernidade é explicado por Giddens (*op. cit.*, 1991) pela interceção de três instituições, nomeadamente i) os mecanismos de desencaixe ii) os sistemas peritos e iii) a apropriação reflexiva do conhecimento. Nas sociedades modernas, em contraste com as sociedades tradicionais e pré-modernas, assiste-se a um distanciamento entre o tempo e o espaço, o que permite situar as instituições e o desenvolvimento de mecanismos de desencaixe, como as fichas simbólicas (*e.g.* o dinheiro) e os sistemas peritos, que retiram as relações sociais do contexto tornando-as dependentes de uma atitude de confiança, ou falta dela, quer nos sistemas abstratos desencaixados, quer nas pessoas (*e.g.* conhecimentos técnicos específicos) e, a apropriação reflexiva do conhecimento.

A relação da modernidade com a reflexividade é caracterizada pelos pressupostos da reflexividade revisitada e indiscriminada bem como pela reflexão sobre a natureza da própria reflexão. Estas "reivindicações de conhecimento" são, de acordo com Giddens (1991), filtradas por quatro ordens de fatores: a) o poder diferencial, b) o papel dos valores, c) o impacto das consequências não pretendidas e, d) a circulação do conhecimento social na hermenêutica dupla. *i.e.*: "o conhecimento reflexivamente aplicado às condições de reprodução do sistema altera intrin-secamente as circunstâncias às quais ele originariamente se referia" (*op. cit.*, 1991:52).

Beck *et al*. (*op. cit.*, 1995), no entanto, chamam a atenção para o facto de que, embora as teorias da modernização reflexiva de Giddens (1991) e Beck *et al*. (1995) relevem e reflitam sobre o declínio das estruturas sociais e culturais, não têm em devida consideração a crescente imposição quer das estruturas das tecnologias de informação e comunicação, quer o seu papel nas estruturas culturais que, defende o autor, implicam a necessidade de uma reflexividade mais fina.

De uma perspetiva distinta da reflexividade cognitiva – situada nas estruturas sociais – proposta por Giddens (1991), Bourdieu (1980a) e Beck *et al*. (1995) propõem os conceitos de *habitus* e de *campo* como instrumentos para a observação da realidade social. Bourdieu (1980a) defende que o ator social é, ele próprio, parte da produção das estruturas sociais, sendo as estruturas sociais resultado e meio reflexivo da ação. No entanto, é uma reflexividade situada nas categorias impensadas, nos esquemas classificatórios ou disposições, determinantes das práticas autoconscientes e das suas representações, determinadas, por sua vez, pela realidade social. O *habitus* só existe quando contextualizado e atua no sentido da manutenção ou transformação (construção) das relações e dos recursos, que determinam (e são determinados por) a produção dos conhecimentos, seja o senso comum, o científico, o religioso ou outro.

De acordo com Lahire (2005), "a teoria do *habitus* de Pierre Bourdieu toma também como garantida a ideia da transferibilidade ou da transponibilidade e do carácter 'generalizável' dos esquemas, ou disposições, socialmente constituídos" (2005: 23). Ponderando o que pode ser considerado como a dinâmica da unicidade plural interna do indivíduo, Lahire propõe revisitar o *habitus* defendendo a existência de uma pluralidade disposicional – disposições para crer e disposições para agir – e contextual – a multiplicidade dos contextos das disposições. Para o autor, "estudar o social individualizado, ou seja, o social refractado num corpo individual que tem a particularidade de atravessar instituições, grupos, campos de forças e de lutas ou cenas diferentes, é estudar a realidade social na sua forma incorporada, interiorizada" (2005:14).

A experiência vivida (*Erlebnisse,* palavra alemã que significa mais do que a aglutinação de *Erfahrung* [experiência] e *Leben* [vida] significando algo que se sente profundamente ao ser vivido), segundo Jodelet (2006), é enformada por representações sociais e categorizações que sustentam o sentido do desenvolvimento da experiência, atuando, assim, como mediadora

na construção do conhecimento e do senso comum. Para Jodelet (2006:33), a experiência vivida "pode ser o cadinho de enriquecimento, de descoberta e de criação".

Enquadrada pela Teoria da Representação Social, a autora fundamenta, em *Place de l'expérience vécue dans le processus de formation des représentations sociales*, (2006), que a experiência vivida pode ser "revestida", aparentando ser a ponte entre o social e o individual, entre o emocional/sensorial e o cognitivo, entendido como o sistema global de representações.

Ora, de uma outra perspetiva, o facto de o capital social considerar o modo das interações individuais e a forma como os atores se ligam e cooperam (ou não) - quer aos vários níveis do social, quer nos aspetos formais e informais das relações sociais e das sociedades - tornam-no foco da nossa lupa.

4.2. Do Capital Social e da Confiança

Partindo do pressuposto de que as AC se fazem presentes pelos seus efeitos, nem sempre diretos e tendencialmente diluídos no tempo, os estudos sobre a perceção – do significado e do risco – das AC junto dos atores locais, ao darem visibilidade a processos sociais e a crenças, para além de uma melhor compreensão, possibilitarão a criação de respostas mais robustas para lidar com o fenómeno (Alves *et al.*, 2014).

Nas últimas décadas – tendo em conta a variedade e a variabilidade de publicações dedicadas existentes, particularmente no âmbito da gestão ambiental e da gestão de recursos – verifica-se que o conceito de capital social se tornou polo de atração da atenção de políticos e cientistas. Conceito polissémico e multidimensional pode ser rastreado até Aristóteles (Ishihara & Pascual, 2008). No entanto, esta atenção pode ser resultado das motivações ideológicas, sobretudo liberais, que relevam dos estudos do capital social (Higgins, 2005). Aliás, isto mesmo parece ser confirmado com a edição pelo World Bank, em 1999, de *Social Capital, a Multifaceted Perspective*.

Contudo, de acordo com a literatura (Davis, 2001; Paiva, 2008), parece haver duas perspetivas ideológicas influentes entre os grandes teóricos da construção do conceito: i) a já referida perspetiva neoliberal, que, como autores seminais, conta, entre outras importantes contribuições, com Coleman (1988) e Putman (1995); e ii) a perspetiva neo-marxista, cujo principal representante é Bourdieu (1980a; 1980b).

Conceito polémico, polissémico e sem um recorte claro, "na maior parte dos casos as várias aceções consideram quase sempre três dimensões constituintes: componentes (redes, normas e sanções); nível de análise (micro, meso e macro); e carácter ou função (fechamento, abertura e ligação)" (Paiva, 2008:20).

Resultante de uma pesquisa exaustiva sobre o conceito de capital social, Adler & Know (2000) procuraram fazer uma síntese dos trabalhos teóricos levados a cabo pelas várias disciplinas das ciências sociais, no sentido de desenvolverem um enquadramento conceptual comum que incluísse as fontes, os benefícios e os riscos do conceito.

Nesse artigo, os autores propõem uma definição que procura integrar todas as principais contribuições: "Social capital is a resource for individual and collective actors created by the configuration and content of the network of their more or less durable social relations" (Adler & Know, 2000:92).

Esteio e fruto do capital social aparenta ser a confiança (Fig. 1).

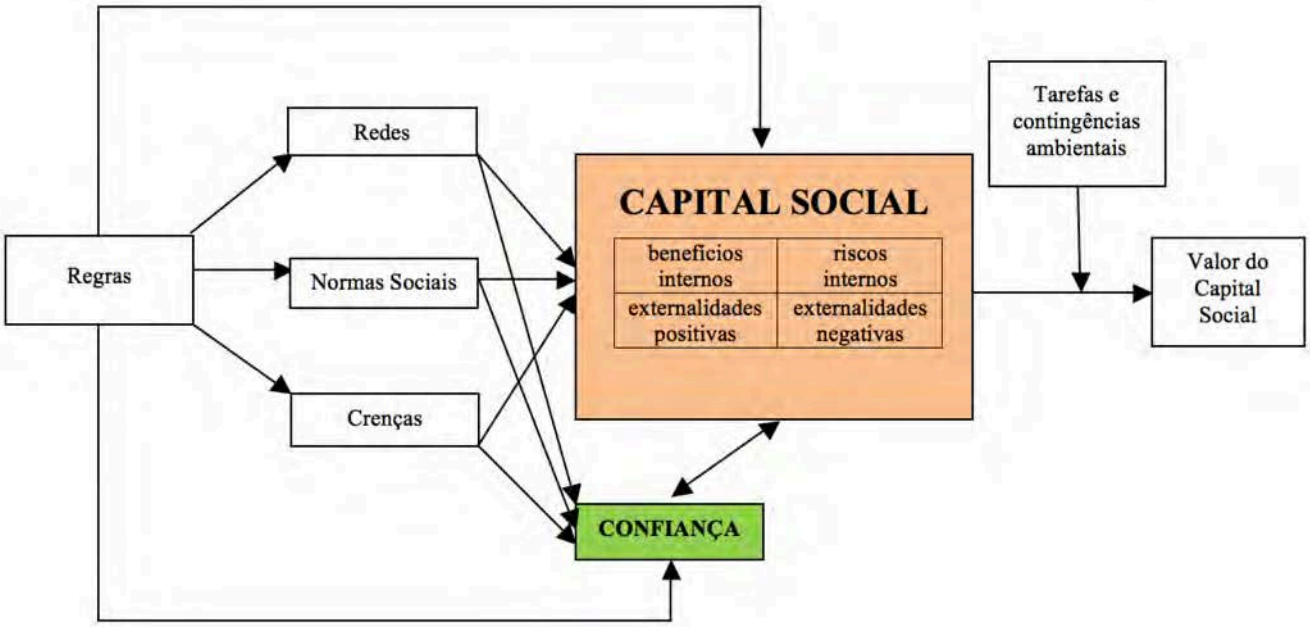

Figura 1 - Capital Social: Mapa conceptual. Adaptado de Adler & Kwon (2000).

Figure 1 - Social Capital: Conceptual map. Adapted from Adler & Kwon (2000).

A confiança é, por si só, um conceito multidimensional e polissémico. Giddens (1991) dá-nos conta da desconstrução da noção de confiança, aos vários níveis do social e das relações sociais, em inter-relação com as noções de crença, de perigo e de risco.

Para Giddens (1991), a noção de confiança: i) relaciona-se com a ausência, do sujeito e/ou do objeto, no tempo e no espaço; ii) está vinculada à contingência; iii) é o elo entre fé e crença. "A confiança pode ser definida como crença na credibilidade de uma pessoa ou sistema, tendo em vista um dado conjunto de resultados ou eventos, em que essa crença expressa uma fé na probidade ou amor de um outro, ou na correção de princípios abstratos (conhecimento técnico)" (1991:36).

Retemos, no entanto, que: "os diferentes campos (político, científico, etc.) definem modos específicos de dominação e são, por isso mesmo, campos de forças (assimétricas) e de lutas para conservá-los ou transformá-los" (Silva & Alves, 2011:1211).

4.3. Saberes e Racionalidades Plurais: Rivais ou Complementares?

A situação hodierna com que nos confrontamos requer o impulso de estratégias globais tanto quanto a construção de respostas locais que considerem e incluam as experiên-cias e os saberes espaciotemporalmente localizados dos agentes e das racionalidades leigas para lidar com o fenómeno das AC e seus efeitos.

Quando Foucault (1992) falou sobre *Erudição e saberes submetidos*, no âmbito de um curso no Collège de France, entre fins de 1975 e meados de 1976, designou os saberes das pessoas – diferentes do senso comum – como saberes submetidos. Com estes *saberes submetidos* Foucault referia-se, por um lado aos saberes "sepultados" – conteúdos históricos, branqueados ou dissimulados, dentro de coerências funcionais ou sistematizações formais e, por outro, aos saberes "submetidos" – particulares, locais, singulares, desclassificados. Ambos – submetidos e sepultados – embebidos do saber histórico das lutas (1992:21-22).

Foucault (1992), perante a unidirecionalidade hegemónica da ciência, afirma a igualdade de valor de todos os conhecimentos, espelhados nos discursos, enquanto conceções plurais do mundo, da vida e dos fenómenos (Alves, 2011; Silva & Alves, 2011).

Assim perspetivado, o conhecimento leigo, cujas dinâmica e reconstrução se alicerçam na interação, é válido porque, concordamos com Alves (2011), produz sentido e explica os fenómenos do mundo e da vida, sustentando a ação e a interação social.

Contudo, os saberes submetidos têm vindo a tomar denominações várias, que procuram enaltecer algum aspeto ou propriedade do conhecimento assim designado. Delicado *et al.* (2012:438) fazem essa compilação, que aqui sumariamente revisitamos: "conhecimento ecológico tradicional" (Houde, 2007); "conhecimento indígena" (Bohensky & Maru, 2011; Bohensky *et al.*, 2013); "conhecimento local" (Paton & Fairbairn-Dunlop, 2010), "conhecimento dos stakeholders" (Edelenbos *et al.*, 2011); e "conhecimento leigo" (Edelenbos *et al.*, 2011; Brace & Geoghegan, 2010; Alves *et al.*, 2014)".

Numa perspetiva diacrónica do saber científico, constata-se que: "na ciência moderna a ruptura epistemo-lógica simboliza o salto qualitativo do conhecimento do senso comum para o conhecimento científico; na ciência pós-moderna o salto mais importante é o que é dado do conhecimento científico para o conhecimento do senso comum" (Santos, 1999:57). No entanto — não cabendo aqui qualquer análise genealógica dos diferentes saberes, perante a rivalidade de poderes e a dicotomia entre o conhecimento perito e o conhecimento leigo — levantam-se, entre muitas outras, as seguintes questões: De que modo são estes saberes chamados a participar na produção de conhecimento? Como se relacionam e/ou interinfluenciam? E, exatamente, que saber/poder é que se (re)produz?

Lidskog (2008), num inspirado artigo intitulado *Scientised citizens and democratised science. Re-assessing the expert-lay divide*, apresenta-nos uma revisão crítica dos desenvolvimentos recentes das posições racionalistas construtivistas, no referente à relação entre a ciência e o público, no âmbito da ciência e da gestão do risco, a partir de três propostas – i) *New Production of Knowledge*; ii) *Postnormal Science*; iii) *Scientific Citizenship* – de onde resulta evidente a preocupação pragmática da ciência, por um lado e, por outro, a gradativa evolução de um novo modo de produzir ciência, onde cidadãos cada vez mais informados e reflexivos têm vindo a ser chamados a contribuir, em *ágoras* progressivamente alargadas aos cidadãos instruídos, aos representantes da sociedade civil e aos cidadãos leigos.

No entanto, Lidskog (2008) chama a atenção para a "necessidade de desenvolver entre a ciência e os cidadãos novas relações que não reproduzam a dicotomia entre especialistas e leigos. Os espaços criados para negociação e deliberação não deverão ser determinados por factos produzidos cientificamente. Pelo contrário, a ciência e a gestão de riscos devem ser tornadas mais acessíveis, mesmo nos casos em que os riscos são alegadamente invisíveis para os cidadãos" (Lidskog, 2008:84).

Com uma perspetiva dialógica polifónica, face à postura dos poderes hegemónicos e da teoria geral, Santos *et al.* (2004) propõe a tradução como o instrumento para a inteligibilidade das experiências e a completude dos saberes, uma zona de contacto que pode viabilizar a inteligibilidade entre saberes e práticas, simultaneamente mantendo as identidades e as autonomias.

Santos (2005) considera que, embora precário, o trabalho de tradução entre saberes, a partir da imaginação epistemológica, conduz à justiça cognitiva e, a partir da imaginação democrática, a tradução entre práticas e os seus atores possibilitará abrir caminho para uma justiça social global. O trabalho de tradução assim concetualizado – ao exigir um esforço de aprendizagem recíproca, como refere Santos (2005), para a partilha de experiências e de racionalidades plurais – poderá ser o instrumento motor de uma transformação de valores e instituições na sociedade, no sentido do respeito pelo ambiente, pelos saberes, pelos géneros e pelas culturas.

Por outro lado, e em contraste com a racionalidade científica ou técnica, o conceito de racionalidade leiga (Alves, 2011; Silva & Alves, 2011) diz respeito a uma lógica plural, complexa, multidimensional, prenhe da subjetividade da cultura interiorizada pelo sujeito e refletida no pensamento e ação leigos em esquemas (estratégias) orientados para objetivos.

5. Concluíndo

Com uma matriz de conceção inclusiva, constituída por uma pluralidade de tipos e fontes de saberes, particularmente quando as neurociências e as nanotecnologias se perfilam como um imenso campo de respostas (e de questões), releva, a nosso ver, o potencial heurístico do conceito das racionalidades leigas.

Assim, para além de considerarmos a incompletude dos saberes, a assimetria de poderes e de modos de vida, a incerteza, a espaciotemporalidade, o desconhecimento, a complexidade e a multidimensionalidade interinfluente muitas vezes conflituosa ou paradoxal dos sistemas climático, ambiental e socioculturais, de que o sujeito plural é ator reflexivo ativo, a reflexão sobre a produção do conhecimento leigo, como uma forma de conhecimento válida, e sobre as suas práticas nos seus contextos de produção espaciotemporalmente recortados contribuirá para compreendermos como as pessoas percecionam e vivem com as mudanças climáticas e como lidam com os seus efeitos.

Em suma, procurar compreender os mecanismos das racionalidades leigas relacionadas com as Alterações Climáticas nos seus contextos espaciotemporais, significa compreender como se pensa e vive a Vida. *Hic et Nunc*.

Referências bibliográficas

Abe, Y. (1993) – Physical state of the very early Earth. *Lithos*, 30(3-4):223-235. DOI: 10.1016/0024-4937(93)90037-D.

Adler, P.S.; Kwon, S-W. (2000) – Social Capital: The Good, the Bad, and the Ugly. *In*: Eric L. Lesser (ed.), *Knowledge and Social Capital: Foundations and Applications*, pp.89-115, Butterworth-Heinemann, Boston, MA, U.S.A. DOI: 10.2139/ssrn.186928.

Alves, F. (2011) – *A Doença Mental Nem Sempre é Doença. Racionalidades Leigas sobre a Saúde e Doença Mental – Um Estudo no Norte de Portugal*. 293 p., Edições Afrontamento, Porto, Portugal. ISBN: 978-9723611335.

Alves, F.; Araújo, M.J.; Azeiteiro, U.M. (2012) – Cidadania ambiental e participação: o diálogo e articulação entre distintos saberes-poderes. *Revista Saúde em Debate* (ISSN: 0103-1104), 36:46-54, Centro Brasileiro de Estudos de Saúde, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/3160/3/RevistaSaudeDebate_pdf.pdf

Alves, F.; Caeiro, S.; Azeiteiro, U.M. (2014) – Lay Rationalities of Climate Change. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* (ISSN: 1756-8692), 6(1):1756-8692, Emerald Group Publishing Limited, Bingley, U.K. Disponível on-line em http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?issn=1756-8692&volume=6&issue=1.

Aristóteles (2009) – *Ética a Nicómaco*. 320 p., Quetzal Editores, Lisboa, Portugal. ISBN: 978-9725648032

Baudouin-Cornu, P.; Thomas, D. (2007) – Oxygen at life's boundaries. *Nature*, 445:35-36. DOI: 10.1038/nature05521.

Beck, U.; Giddens, A.; Lash, S. (1995) – *Modernização Reflexiva – Política, Tradição e Estética na Ordem Social Moderna*. 264p., Editora Unesp, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8571391432.

Bijma, J.; Pörtner H-O.; Yesson C.; Rogers A.D. (2013) – Climate change and the oceans – What does the future hold? *Marine Pollution Bulletin*, 74(2):495-505. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2013.07.022.

Bohensky, E.L.; Butler, J.R.A.; Davies, J. (2013) – Integrating indigenous ecological knowledge and science in natural resource management: perspectives from Australia. *Ecology and Society*, 18(3):20. DOI: 10.5751/ES-05846-180320.

Bohensky, E.L.; Maru, Y. (2011) – Indigenous Knowledge, Science, and Resilience: What Have We Learned from a Decade of International Literature on "Integration"? *Ecology and Society*, 16(4):6. DOI: 10.5751/ES-04342-160406.

Bourdieu, P. (1980a) – *Le Sens pratique*. 480p., Les Éditions de Minuit, Paris, France. ISBN: 2707302988.

Bourdieu, P. (1980b) – Le capital social: notes provisoires. *Actes de la Recherche en Sciences Social* (ISBN: 0026-9395), 31:2-3, Bouquiner Éditeur, Paris, France. Disponível on-line em http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/arss_0335-5322_1980_num_31_1_2069

Brace, C.; Geoghegan, H. (2010) – Human geographies of climate change: Landscape, temporality, and lay knowledges. *Progress in Human Geography*, 35(3):284–302. DOI: 10.1177/0309132510376259.

Broecker, W.S. (1991) – The Great Ocean Conveyor. *Oceanography*, 4(2):79–89. DOI: 10.5670/oceanog.1991.07.

Broecker, W.S. (2006) - Was the Younger Dryas Triggered by a Flood? *Science*, 312(5777):1146-1148. DOI: 10.1126/science.1123253.

Brundtland, G.H. (coord.) (1987) – *Our Common Future*. Report of the World Commission on Environment and Development, transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 Development and International Cooperation: Environment. 245p., United Nations. Disponível on-line em http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf.

Butterfield, N.J. (2007) – Macroevolution and macroecology through deep time. *Palaeontology*, 50(1):41-55. DOI: 10.1111/j.1475-4983.2006.00613.x.

Callicott, J.B. (2005) – A ética da terra. *In*: D. Jamieson (Coord.), *Manual de Filosofia do Ambiente*, pp.213-226, Lisboa, Portugal. ISBN: 978-9727717729.

Came, R.E.; Eiler, J.M.; Veizer, J.; Azmy, K.; Brand, U.; Weidman, C.R. (2006) – Coupling of surface temperatures and atmospheric CO_2 concentrations during the Palaeozoic era. *Nature*, 449 (7159):198–201. DOI: 10.1038/nature06085.

Cameron, R. (2004) – *História Económica do Mundo - De uma Forma Concisa, de há 30 000 Anos até ao Presente*. 496 p., Publicações Europa-América, Sintra, Portugal. ISBN: 978-9721044784.

Canotilho, J.J.G. (2010) – O Princípio da sustentabilidade como Princípio estruturante do Direito Constitucional. *Tékhne (Revista de Estudos Politécnicos)* (ISSN: 1645-9911), VIII(13):007-018, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, Barcelos, Portugal. Disponível on-line em http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/tek/n13/n13a02.pdf.

CE (2002) – Decisão do Conselho 2002/358/CE, de 25 de Abril de 2002, relativa à aprovação, em nome da Comunidade Europeia, do Protocolo de Quioto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as alterações climáticas e ao cumprimento conjunto dos respectivos compromissos. *Jornal Oficial da União Europeia* - Edição em língua portuguesa (ISSN: 1725-2601), L130(15/05/2002):1-3. Disponível on-line em http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002D0358:PT:HTML.

CECAC – APA (2011)- *Ponto da situação das políticas de alterações climáticas em Portugal*. 31 p., Comité Executivo da Comissão para as Alterações Climáticas (CECAC) / Agência Portuuesa do Ambiente (APA), Lisboa, Portugal. Disponível on-line em http://www.cumprirquioto.pt/documents/List.action.

Cockell, C.S.; Raven, J.A. (2007) – Ozone and life on the Archaean Earth. *Philosophical Transactions of the Royal Society Mathematical, Physical &Engineering Sciences*, 365:1889–1901. DOI: 10.1098/rsta.2007.2049.

Coleman, J.S. (1988) – Social Capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology* (ISSN: 0002-9602), 94(suppl.):S95-S120, The University of Chicago Press, Chicago, IL, U.S.A. Disponível on-line em http://www.jstor.org/discover/10.2307/2780243?uid=2&uid=4&sid=21104278769477

Crowe, S.A.; Døssing, L.N.; Beukes, N.J.; Bau, M.; Kruger, S.J.; Frei, R.; Canfield, D.E. (2013) – Atmospheric oxygenation three billion years ago. *Nature*, 501(7468):535–538. DOI: 10.1038/nature12426.

Delicado, A.; Schmidt, L.; Guerreiro, S.; Gomes, C. (2012) – Pescadores, conhecimento local e mudanças costeiras no litoral Português. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 12(4):437-451. DOI: 10.5894/rgci349.

Des Marais, D.J. (2000) – When Did Photosynthesis Emerge on Earth? *Science*, 289(5485):1703-1705. DOI: 10.1126/science.289.5485.1703.

Drake, M.J. (2005) - Origin of water in the terrestrial planets. *Meteoritics & Planetary Science*, 40(4):519–527. DOI: 10.1111/j.1945-5100.2005.tb00960.x.

Dudley, R. (1998) – Atmospheric oxygen, giant Paleozoic insects and the evolution of aerial locomotor performance. *Journal of Experimental Biology* (ISSN: 0022-0949), 201:1043–1050, Company of Biologists, Cambridge, U.K. Disponível on-line em http://jeb.biologists.org/content/201/8/1043.full.pdf.

Earth Charter (2000) – The Earth Charter. 4p., The Earth Charter Initiative. Disponível on-line em http://www.earthcharterinaction.org/invent/images/uploads/echarter_english.pdf.

Edelenbos, J.; Van Buuren, A.; Van Schie, N. (2011) – Co-producing knowledge: joint knowledge production between experts, bureaucrats and stakeholders in Dutch water management projects. *Environmental Science & Policy*, 14(6):675–684. DOI: 10.1016/j.envsci.2011.04.004.

Egiziabher, T.B.G. (2004) – Uma globalização baseada nas pessoas. (397-416) *In*: B.S. Santos (org.), *Semear outras soluções. Os Caminhos da Biodiversidade e dos Conhecimentos Rivais*. Edições Afrontamento, Porto, Portugal. ISBN: 978-9723607208.

Fabry, V.J.; Seibel, B.A.; Feely, R.A.; Orr, J.C. (2008) – Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES- Journal of Marine Science*, 65(3):414–432. DOI: 10.1093/icesjms/fsn048.

Falkowski, P.G. (2006) – Tracing Oxygen's Imprint on Earth's Metabolic Evolution. *Science*, 311(5768):1724-1725. DOI: 10.1126/science.1125937.

Field, C.B.; Barros, V.; Stocker, T.F.; Qin, D.; Dokken, D.J.; Ebi, K.L.; Mastrandrea, M.D.; Mach, K.J.; Plattner, G.-K.; Allen, S.K.; Tignor, M.; Midgley, P.M. (eds.) (2012) - Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 582 p., Cambridge University Press, Cambridge, U.K. / New York, NY, U.S.A. ISBN: 978-1107607804. Disponível on-line em http://www.ipcc-wg2.gov/SREX/images/uploads/SREX-All_FINAL.pdf.

Firestone, R.B.; West, A.; Kennett, J.P.; Beckere, L.; Bunchf, T.E.; Revayg, Z.S.; Schultzh, P.H.; Belgyag, T.; Kennetti, D.J.; Erlandsoni, J.M.; Dickensonj, O.J.; Goodyeark, A.C.; Harrish, R.S.; Howardl, G.A.; Kloostermanm, J.B.; Lechlern, P.; Mayewskio, P.A.; Montgomeryj, J.; Poredap, R.; Darrahp, T.;Que Heeq, S.S.; Smitha, A.R.; Stichr, A.; Toppings, W.; Wittkef J.H.; Wolbachr, W.S. (2007) – Evidence for an extraterrestrial impact 12,900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling. *PNAS – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(41):16016-16021. DOI: 10.1073/pnas.0706977104.

Foucault, M. (1992) – Primeira Leccion 7 de enero de 1976 – Erudición y saberes sometidos. (15-32) *In*: Genealogía del Racismo – De la guerra de las razas al racismo de Estado, Madrid, Espanha, La Piqueta. ISBN: 8477311307.

Fukuyama, F. (1999) – Social Capital and Civil Society. *Prepared for delivery at the IMF Conference on Second Generation Reforms*, The Institute of Public Policy, George Mason University, U.S.A. Disponível on-line em https://www.imf.org/external/pubs/ft/seminar/1999/reforms/fukuyama.htm - I.

Ganopolski, A.; Rahmstorf, S. (2001) – Rapid changes of glacial climate simulated in a coupled climate model. *Nature*, 409:153-158. DOI: 10.1038/35051500.

Ghosha, P.; Ghosh, P.; Bhattacharya, S.K. (2001) – CO2 levels in the Late Palaeozoic and Mesozoic atmosphere from soil carbonate and organic matter, Satpura basin, Central Índia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 170(3-4):219-236. DOI: 10.1016/S0031-0182(01)00237-1.

Giddens, A. (1991) – *As consequências da modernidade*. 180 p., Editora UNESP, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8571390223. Disponível on-line em http://www.afoiceeomartelo.com.br/posfsa/Autores/Giddens,%20Anthony/ANTHONY%20GIDDENS%20-%20As%20Consequencias%20da%20Modernidade.pdf

Glikson, A.Y. (2014) – Early Atmosphere-Ocean-Biosphere Systems. *In*: Andrew Y. Glikson, *Evolution of the Atmosphere, Fire and the Anthropocene Climate Event Horizon*, pp. 3-19, Springer Netherlands. ISBN: 978-9400773318. DOI: 10.1007/978-94-007-7332-5_1.

Guerra, I.C. (2006) – *Pesquisa Qualitativa e Análise de Conteúdo – Sentidos e formas de uso*. Principia, Cascais, Portugal. ISBN: 978-9728818661.

Guo, Q.; Strauss, H.; Kaufman, A.J.; Schröder, S.; Gutzmer, J. (2009) – Reconstructing Earth's surface oxidation across the Archean-Proterozoic transition. *Geology*, 37(5):399-402. DOI: 10.1130/G25423A.1.

Hettinger, N. (2005) – Desobediência ambiental. *In:* D. Jamieson (coord.), *Manual de Filosofia do Ambiente*, pp. 509-520, Instituto Piaget, Lisboa, Portugal. ISBN: 978-9727717729.

Higgins, S.S. (2005) – *Fundamentos Teóricos do Capital Social*. 263 p., Unochapecó, Argos Editora, Chapecó, Brasil. ISBN: 8598981176.

Houde, N. (2007) – The six faces of traditional ecological knowledge: challenges and opportunities for Canadian co-management arrangements. *Ecology and Society* (ISSN: 1708-3087), 12(2):art 34, Acadia University, Wolfville, Nova Scotia, Canada. Disponível on-line em http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art34/.

Houghton, J.T.; Meira Filho, L.G.; Callander B.A.; Harris N.; Kattenberg, A.; Maskell, K. (eds.) (1996) - The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 567 p., Cambridge University Press, Cambridge, U.K. / New York, NY, U.S.A. ISBN: 978-0521564366. Disponível on-line em https://www.ipcc.ch/ipccreports/sar/wg_I/ipcc_sar_wg_I_full_report.pdf.

IPCC (2007) – *Climate Change 2007: Synthesis Report*. 104 p., IPCC, Geneva, Switzerland. ISBN: 9291691224. Disponível on-line em http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm.

Ishihara, H.; Pascual, U. (2008) – Social capital in community level environmental governance: A critique. *Ecological Economics*, 68(2009):1549–1562. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.11.003

Jodelet, D. (2006) – Place de l'expérience vécue dans le processus de formation des représentations sociales. *In*: V. Hass (ed.), *Les savoirs du quotidien. Transmissions, Appropriations, Représentations*, pp.235-255, Les Presses Universitaires de Rennes, Rennes, França. ISBN: 9782753503137. Disponível on-line em http://classiques.uqac.ca/contemporains/jodelet_denise/place_experience_processus/place_experience_processus.pdf.

Johnson, R.G.; McClure, B.T. (1976) – A model for Northern Hemisphere continental ice sheet variation. *Quaternary Research*, 6(3):325– 353. DOI: 10.1016/0033-5894(67)90001-4.

Jonas, H. ([1979] 1984) - *The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethics for the Technological Age*. 255 p., University of Chicago Press, Chicago, IL, USA. ISBN: 0226405966.

Jones, A.; Panagos, P.; Barcelo, S.; Bouraoui, F.; Bosco, C.; Gardi, C.; Erhard, M.; Hervás, J.; Hiederer, R.; Jeffery, S.; Lükewille, A.; Marmo, L.; Montanarella, L.; Olazábal, C.; Petersen, J.E.; Penizek, V.; Strassburger, T; Tóth, G.; Eeckhaut, M.V.D.; Liederkerke, M.V.; Verheijen, F.; Viestova, E.; Yigini, Y. (2012) – *The State of Soil in Europe. A Contribution of the JRC to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report*. 76p., Publications Office of the European Union, Luxemburg. ISBN: 978-9279228063. Disponível on-line em http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_reference_report_2012_02_soil.pdf

Kuhlbrodt, T.; Griesel, A.; Montoya, M.; Levermann, A.; Hofmann, M.; Rahmstorf, S. (2007) – On the driving processes of the Atlantic meridional overturning circulation. *Reviews of Geophysics*, 45(2): 32p. DOI: 10.1029/2004RG000166.

Lahire, B. (2005) – Patrimónios Individuais e Disposições. Para uma Sociologia à Escala Individual. *Revista Sociologia, Problemas e Práticas* (ISSN: 0873-6529), 49:11-42, CIES-Centro de Investigação e Estudos de Sociologia, Lisboa, Portugal. Disponível on-line em http://www.scielo.gpeari.mctes.pt/pdf/spp/n49/n49a02.pdf.

Le Treut, H.; Somerville, R.; Cubasch, U.; Ding, Y.; Mauritzen, C.; Mokssit, A.; Peterson, T.; Prather, M. (2007) - Historical Overview of Climate Change Science. *In:* S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller (eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp.93-127, Cambridge University Press, Cambridge, U.K. / New York, NY, U.S.A. Disponível on-line em https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter1.pdf.

Lidskog, R. (2008) – Scientised citizens and democratised science. Re-assessing the expert-lay divide. *Journal of Risk Research*, 11(1–2):69–86. DOI: 10.1080/13669870701521636

Lourenço, O.M. (2002) – *Desenvolvimento Sócio-Moral*. 238 p., Universidade Aberta, Lisboa, Portugal. ISBN: 9789726743736.

Lyons, T.W.; Reinhard, C.T.; Planavsky, N.J. (2014) – The rise of oxygen in Earth's early ocean and atmosphere. *Nature*, 506:307–315. DOI: 10.1038/nature13068.

MA- Millennium Ecosystem Assessment (2003) – *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. 266p., Island Press, Washington, DC, USA. ISBN: 1559634030. Disponível on-line em http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf.

MA- Millennium Ecosystem Assessment (2005) – *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. 155 p., Island Press, Washington, DC, USA. ISBN: 1597260401. Disponível on-line em http://www.unep.org/maweb/documents/document.356.aspx.pdf

Marshall, C.R. (2006) – Explaining the Cambrian "explosion" of animals. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 34:355-384. DOI: 10.1146/annurev.earth.33.031504.103001.

Maruyamab, S.; Sawakia, Y.; Ebisuzakic, T.; Ikomad, M.; Omorie, S.; Komabayashia, T. (2014) – Initiation of leaking Earth: An ultimate trigger of the Cambrian explosion. *Gondwana Research*, 25(3):910-944. DOI: 10.1016/j.gr.2013.03.012.

Mathews, F. (2005) – Ecologia profunda. *In*: D. Jamieson (coord.), *Manual de Filosofia do Ambiente*, 227-231, Instituto Piaget, Lisboa, Portugal. ISBN: 9789727717729.

Melott, A.L.; Thomas, B. C.; Dreschhoff, G.; Johnson, C.K. (2010) – Cometary airbursts and atmospheric chemistry: Tunguska and a candidate Younger Dryas event. *Geology*, 38(4):355-358. DOI: 10.1130/G30508.1

Monteith, D.T.; Stoddard, J.L.; Evans, C.D.; Wit, H.A.; Forsius, M.; Høgåsen, T.; Wilander, A.; Skjelkvåle, B.L.; Jeffries, D.S.; Vuorenmaa, J.; Keller, B.; Kopácek, J.; Vesely, J. (2007) – Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric deposition chemistry. *Nature*, 450:537-540. DOI: 10.1038/nature06316.

Morbidelli, A.; Chambers, J.; Lunine, J. I.; Petit, J.M.; Robert, F.; Valsecchi, G.B.; Cyr, K.E. (2000) – Source regions and timescales for the delivery of water to the Earth. *Meteoritics & Planetary Science*, 35(6):1309-1320. DOI: 10.1111/j.1945-5100.2000.tb01518.x

Næss, A. (1986) – The Deep Ecological Movement: Some Philosofical Aspects. *Philosophical Inquiry*, 8(1/2):10–31. DOI: 10.5840/philinquiry198681/22.

Nisbet, E.G.; Sleep, N.H. (2001) - The habitat and nature of early life. *Nature*, 409:1083-1091. DOI: 10.1038/35059210.

Nutman, A.P., Mojzsis, S.J., Friend, C.R.L. (1997) – Recognition of ≥ 850 Ma water-lain sediments in West Greenland and their significance for the early Archean Earth. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61(12):2575–2484. DOI: 10.1016/S0016-7037(97)00097-5.

Paiva, A.M. (2008) – *Estrela Sociológica: Um modelo viável para o capital social*. 508p., Tese de Doutoramento, Universidade

Aberta, Lisboa, Portugal. Disponível on-line em https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/1435.

Paton, K.; Fairbairn-Dunlop, P. (2010) – Listening to local voices: Tuvaluans respond to climate change. *Local Environment*, 15(7):687–698. DOI: 10.1080/13549839.2010.498809.

Pickett, S.T.A.; Ostefeld, R.S. (1995) – The shifting paradigm in ecology. *In*: R.L. Knight; S.F. Bates, (Eds.), *A new century for natural resources management*, 262-295, Island Press, Washington, DC, USA. ISBN: 1559632615.

Pinti, D.L. (2005) - The Origin and Evolution of the Oceans. *In*: M. Gargaud, B. Barbier, H. Martin & J. Reisse (eds.), *Lectures in Astrobiology*, 1:83-112, Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg, Germany. ISBN: 978-3540262299. DOI: 10.1007/10913406_4.

Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (s/d) – Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis ao Abrigo da Directiva 2009/28/CE. (De acordo com o modelo estabelecido pela Decisão da Comissão de 30.6.2009). 144p ., Disponível on-line em http://www.ebb-eu.org/legis/ActionPlanDirective2009_28/national_renewable_energy_action_plan_portugal_pt.pdf.

Putman, R.D. (1995) – Tuning In, Tuning Out: the strange disappearance of social capital. America. *Political Science and Politics*, 28(04):664-683. DOI: 10.2307/420517.

Ramanathan, V.; Crutzen, P.J.; Kiehl, J.T.; Rosenfeld D. (2001) – Aerosols, Climate, and the Hydrological Cycle. *Science Review*, 294(5549):2119-2124 DOI: 10.1007/10913406_4

Rosing, M.T.; Rose, N.M.; Bridgwater, D.; Thomsen, H.S. (1996) – Earliest part of Earth's stratigraphic record: A reappraisal of the > 3.7 Ga Isua (Greenland) supracrustal sequence. *Geology*, 24(1):43–46. DOI: 10.1130/0091-7613(1996)024<0043:EPOESS>2.3.CO;2.

Rothschild, L.J.; Mancinelli, R.L. (2001) – Life in extreme environments. *Nature*, 409:1092-1101. DOI: 10.1038/35059215.

Santos, B.S. (1999) – *Um Discurso sobre as Ciências*. 62 p., Edições Afrontamento, Porto, Portugal. ISBN: 9789723601749.

Santos, B.S. (2005) – The Future of the World Social Forum: The work of Translation. *Development*, 48(2):15-22. DOI: 10.1057/palgrave.development.1100131.

Santos, B.S.; Meneses, M.P.G.; Nunes, J.A. (2004) – Introdução: para ampliar o cânone da ciência: a diversidade epistemológica do mundo. *In*: B.S. Santos (org.), *Semear outras Soluções – Os Caminhos da Biodiversidade e dos Conhecimentos Rivais*, pp.19-101, Edições Afrontamento, Porto, Portugal. ISBN: 9789723607208.

Schidlowski, M. (1988) – A 3,800-million-year isotopic record of life from carbon in sedimentary rocks. *Nature*, 333:313-318. DOI: 10.1038/333313a0.

Schopf, J.W. (2006) – Fossil evidence of Archaean life. *Philosophical Transactions of the Royal Society B (Biological Sciences)*, 361(1470):869-885. DOI: 10.1098/rstb.2006.1834

Schopf, J.W.; Kudryavtsev, A.B.; Czaja, A.D., Tripathi, A.B. (2007) - Evidence of Archean life: Stromatolites and microfossils. *Precambrian Research*, 158(3-4):141–155. DOI: 10.1016/j.precamres.2007.04.009.

Sellers, P.J.; Dickinson, R.E.; Randall, D.A.; Betts, A.K.; Hall, F.G.; Berry, J.A.; Collatz, G.J.; Denning, A.S.; Mooney, H.A.; Nobre, C.A.; Sato, N.; Field, C.B.; Henderson-Sellers, A. (1997) – Modeling the Exchanges of Energy, Water, and Carbon Between Continents and the Atmosphere. *Science*, 275(5299): 502-509. DOI: 10.1126/science.275.5299.502.

Shields-Zhou, G.; Och, L. (2010) – The case for a Neoproterozoic Oxygenation Event: Geochemical evidence and biological consequences. *GSA Today*, 21(3):4-11. DOI: 10.1130/GSATG102A.1.

Shrader-Frechette, K. (2005) – Ecologia. *In*: D. Jamieson (coord.), *Manual de Filosofia do Ambiente*, 313-324, Instituto Piaget, Lisboa, Portugal. ISBN: 978-9727717729.

Shue, H. (2005) – Clima. *In*: D. Jamieson (coord.), *Manual de Filosofia do Ambiente*, 459-469, Instituto Piaget, Lisboa, Portugal. ISBN: 978-9727717729.

Silva, L.F.; Alves, F. (2011) – Compreender as racionalidades leigas sobre saúde e doença. *Physis Revista de Saúde Coletiva* (ISSN: 0103-7331), 21(4):1207-1229, Institute of Social Medicine, Rio de Janeiro State University (IMS-UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em http://www.scielo.br/pdf/physis/v21n4/a02v21n4.pdf.

Stocker, T.F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S.K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V.; Midgley, P.M. (eds.) (2013) - Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 27 p., Cambridge University Press, Cambridge, U.K. / New York, NY, U.S.A. Disponível on-line em http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/docs/WGIAR5_SPM_brochure_en.pdf.

UN-DESA (1992) – *Rio Declaration on Environment and Development*, Report of the United Nations Conference on Environment and Development. Annex I. A/CONF.151/26 (Vol. I) Disponível on-line em http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm.

UN-DESA (2012) – *Back to Our Common Future- Sustainable Development in the 21st century (SD21) Project- Summary for policymakers*. 44 p., Disponível on-line em http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/UN-DESA_Back_Common_Future_En.pdf.

UN-FCCC (1998) – *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. 21 p. Disponível on-line em http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf.

Ward, P.; Labandeira, C.; Laurin, M.; Berner, R.A. (2006) – Confirmation of Romer's Gap as a low oxygen interval constraining the timing of initial arthropod and vertebrate terrestrialization. *PNAS – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(45):16818-16822. DOI: 10.1073/pnas.0607824103.

Watanabe, Y.; Martini, J.E.J.; Ohmoto, H. (2000) – Geochemical evidence for terrestrial ecosystems 2.6 billion years ago. *Nature*, 408:574-578. DOI: 10.1038/35046052.

Weber, M. (2014) – *Conceitos Sociológicos Fundamentais*, 88p, Edições 70, Lisboa, Portugal. ISBN: 9789724415598

Legislação

Despacho n.º 15296/2010 de 11 de outubro [Aprova a constituição de um grupo de trabalho (GT fast start) com vista à execução da Iniciativa Portuguesa de Implementação Imediata em Matéria de Alterações Climáticas no período de 2010-2012; aprova ainda o Regulamento da Iniciativa Portuguesa de Implementação Imediata em Matéria de Alterações Climáticas]. Diário da República (ISSN: 0870-9963) 2ª série, N.º 197, pp. 50183-50184, Lisboa, Portugal. Disponível on-line em http://dre.pt/pdf2sdip/2010/10/197000000/5018350185.pdf

Resolução do Conselho de Ministros n.º 119/2004 [Aprova o Programa Nacional para as Alterações Climáticas – PNAC]. Diário da República (ISSN: 0870-9963), 1ª série B, N.º 179, pp. 4978-4994, Lisboa, Portugal. Disponível on-line em http://www.dre.pt/pdf1sdip/2004/07/179B00/49784994.PDF

Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006 [Aprova a actualização do Programa Nacional para as Alterações Climáticas]. Diário da República (ISSN: 0870-9963), 1ª série,

N.º 162, pp. 6042-6056, Lisboa, Portugal. Disponível on-line em http://dre.pt/pdf1s/2006/08/16200/60426056.pdf

Resolução do Conselho de Ministros n.º 24/2010 [Aprova a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas]. Diário da República (ISSN: 0870-9963) 1ª série, N.º 64, pp. 1090-1106, Lisboa, Portugal. Disponível on-line em http://dre.pt/pdf1sdip/2010/04/06400/0109001106.pdf

Resolução do Conselho de Ministros n.º 93/2010 [Formaliza o início dos trabalhos para o desenvolvimento de instrumentos importantes da política das alterações climáticas: o Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2020 (RNBC 2020), os respectivos planos sectoriais de baixo carbono para cada ministério e o Programa Nacional para as Alterações Climáticas para o período 2013-2020 (PNAC 2020)]. Diário da República (ISSN: 0870-9963) 1ª série, N.º 230, pp. 5349-5350, Lisboa, Portugal. Disponível on-line em http://dre.pt/pdf1sdip/2010/11/23000/0534905351.pdf

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-453_Ribeiro.pdf | DOI:10.5894/rgci453

Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras *

Challenges of shrimp farming: legal aspects, environmental impacts and mitigating alternatives

Luisa Ferreira Ribeiro [@, 1, 2, 3]; Manuel Macedo de Souza [1, 3]; Francisco Barros [2, 3]; Vanessa Hatje [1, 3]

RESUMO

A aquicultura pode ser definida como o cultivo de organismos aquáticos em água marinha, salobra ou doce. Entre as diversas atividades que compõem a aquicultura, a carcinicultura destaca-se por sua ampla difusão em várias partes do mundo. Este artigo tem como objetivo fazer uma revisão sobre a carcinicultura e os aspectos legais que controlam tal atividade, bem como relatar os principais impactos ambientais gerados e as ações mitigadoras atualmente utilizadas no Brasil. Com o aumento do número de empreendimentos, houve a necessidade de regulamentar essa atividade, no entanto, em muitos países, tal regulamentação não ocorreu de forma específica. Consequentemente, a carcinicultura vem sendo, em muitos casos, regulada por códigos e leis adaptados de outros já vigentes. Apesar dos índices econômicos positivos divulgados pelos produtores e órgãos governamentais, essa atividade é frequentemente associada a efeitos adversos nos ecossistemas adjacentes, causados por efluentes liberados pelas fazendas de camarão, pela destruição de áreas de manguezais e pela salinização de corpos d'água, entre outros motivos. Problemas socioeconômicos que afetam as comunidades de pescadores artesanais também têm sido frequentemente associados às atividades de carcinicultura. Muitas das alternativas propostas para mitigar os problemas gerados por essa atividade apresentam um elevado valor para implantação, dificultando sua incorporação nas fazendas. Uma análise da literatura indica que é possível tornar a carcinicultura rentável ao mesmo tempo em que sustentável, por meio da implementação de medidas mitigadoras e da aplicação das leis e diretrizes existentes.

Palavras-chave: carcinicultura, legislação, impactos ambientais, alternativas mitigadoras.

ABSTRACT

Among the various activities that are included in the aquaculture, shrimp farming stands out for its wide dissemination in various parts of the world. It is clear that, for decades, the global production and financial performance by shrimp farming achieved excellent results. However, it is also well accepted that the rapid and often uncontrolled growth of this activity frequently results in several environmental, economic and social problems. Thus, critical reviews on this activity are needed. This paper aims to contextualize the Brazilian shrimp in the world market, make a brief review on the functioning of shrimp farms, compare and discuss some important legal aspects and report and discuss the main environmental impacts and mitigation actions. The favorable environmental conditions and new technologies motivated the shrimp production and led Brazil to be one of the largest shrimp producers in the word. The rapid development and the globally increasing number of shrimp farm initiatives demanded regulation of the aquaculture activities. In many countries, including Brazil, this regulation did not occur specifically for the shrimp farming. As a result, the shrimp farming is currently regulated by numerous codes and laws adapted from others related activities. Moreover, states, municipalities and districts can each develop and apply

[@] Corresponding author: <luisa_bio@hotmail.com>

[1] Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Química, Departamento de Química Analítica, Campus Ondina, Salvador, BA 40170-290, Brasil.

[2] Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia, Campus Ondina, Salvador, BA 40170-290, Brasil.

[3] Universidade Federal da Bahia (UFBA), INCT de Ambientes Marinhos Tropicais, 40170-290, Salvador, BA, Brasil.

** Submission: 11 NOV 2013; Peer review: 9 DEC 2013; Revised: 28 FEB 2014; Accepted: 21 MAR 2014; Available on-line: 17 APR 2014*

specific regulations to control the aquaculture. As a result, there is an overlap of the governmental actions and policies that makes shrimp farming regulation a very complex and confusing, and consequently, very difficult to be applied. Despite the frequent positive economic indicators obtained by the producers, shrimp farming activity still is frequently associated with serious negative social and environmental impacts. The magnitude, frequency and duration of these impacts can be related to many factors, mostly farm and pound location, nurseries type and management, production size and types, technology employed and hydrodynamics of adjacent water bodies. Negative impacts, including ecological instability, environmental contamination, disease outbreaks, among others, are often due to lack of adequate development planning worldwide, and Brazil is no exception. Furthermore, the environmental and social impacts are associated not only with the installation but also with the operation of shrimp farms. Several studies suggested that the negative social impacts associated with aquaculture deserve higher attention. For instance, some studies suggested that shrimp farming promote marginalization and migration of traditional communities and unemployment. Moreover, it can also encourage the rupture of the traditional ways of shellfish harvesting (gathering) and fisheries practices, causing social conflicts. Among the reported environmental problems, loss of mangrove ecological services and other coastal areas, during the construction and operation of farms, and the abandonment of these farmed areas are suggested among the most important impacts, affecting the environment and the economy of traditional communities. Effluent releases by farms can also have a significant impact in the nearby natural systems (e.g. estuaries). These effluents are generally rich in nutrients, causing eutrophication of water bodies and sporadic toxic algae blooms. The liquid residues of shrimp farming can be loaded with inorganic elements, such as toxic metals, including mercury. Antibiotics and antimicrobial agents might also be presented in effluents once they are widely used to promote biomass grow, better assimilation of food and treatment of diseases. However, the effects of antibiotics and antimicrobial agents in the receiving ecosystems are still poorly studied. There is a demand for high profitability and rapid growth of shrimp farming activities in Brazil. The negative impacts of this activity together with the inefficiency of the regulating agencies may cause several socio-economic and environmental problems. Nevertheless, there are several mitigating alternatives for the negative impacts associated with shrimp farming. Most of them are associated with high costs procedures, frequently hampering their adoption. Bioremediation, for instance, has been pointed out as the best alternative to the treatment of waters subject to high loads of organic contaminants. The recirculating water system (RAS) can remove most of the contaminants in the water. For the manure and feeding it has been suggested the use of specific arrangement of the feeders along the tanks, as a strategy to limit the amount of fertilizer to be applied. To address the problems related to the use of antibiotics and antimicrobials the recommendation is the use of medicated feed. However, none of these aforementioned techniques is efficient without the adoption of the best management practices. The shrimp farming can be profitable while sustainable through the implementation of mitigating alternatives and following good practices that preserves environment and respect traditional communities.

Keywords: *shrimp farming, legislation, impacts, mitigating alternatives.*

1. Introdução

A aquicultura pode ser definida como o cultivo de organismos (animais e plantas) que têm na água marinha, salobra ou doce o seu principal habitat (Camargo & Pouey, 2005; Pillay & Kutty, 2005), abrangendo, dessa maneira, organismos estritamente aquáticos e anfíbios. Dentre os diversos ramos da aquicultura, os mais praticados são a criação de ostras (ostreicultura), peixes (piscicultura), rãs (ranicultura) e camarões (carcinicultura) (Pullin *et al.*, 1993).

Nas últimas décadas, a aquicultura apresentou uma rápida expansão e hoje contribui com 43% de toda a proteína animal de origem aquática consumida pelo homem, chegando a cerca de 68 milhões de toneladas da oferta mundial de pescado (Bostock *et al.*, 2010). O rápido crescimento dessa atividade está associado a inúmeros fatores, destacando-se o desenvolvimento técnico-científico e o declínio mundial dos estoques pesqueiros naturais, devido, principalmente, à sobre-pesca (Camargo & Pouey, 2005; Naylor *et al.*, 2005; FAO, 2006).

Em termos globais, a produção e o desempenho financeiro da carcinicultura alcançaram resultados excelentes por um longo período de tempo. Entretanto, o rápido e, muitas vezes, desordenado crescimento dessa atividade gerou uma série de problemas ambientais, econômicos e sociais. Dentre esses, podemos destacar a disseminação de doenças entre os camarões cultivados, desmatamento de manguezais para implantação dos tanques, redução da fertilidade do solo dos viveiros, contaminação das águas e dos sedimentos, salinização de aquíferos, introdução de espécies exóticas, deslocamento e migração de comunidades tradicionais, deterioração da qualidade de vida e da segurança alimentar de comunidades tradicionais, entre outros (*e.g.*, Alam *et al.*, 2005; Meirelles, 2005; Primavera, 2006; Meireles & Queiroz, 2010; Paul & Vogl, 2011; Lacerda *et al.*, 2011; Nomen *et al.*, 2012; Nóbrega *et al.*, 2013).

Diversas soluções têm sido propostas para mitigar os impactos gerados pelas atividades de carcinicultura, seja para reduzir os efeitos negativos no ambiente ou para garantir a rentabilidade da atividade (Smith *et al.*, 2002). Essas soluções não se restringem aos aspectos técnicos, mas também aos aspectos legais, como a criação de normas e legislações visando regulamentar a carcinicultura e, potencialmente, minimizar a geração de impactos socioambientais e/ou econômicos negativos.

O presente artigo tem como objetivo fazer uma revisão sobre a atividade de carcinicultura no Brasil e os aspectos legais que controlam tal atividade, bem como relatar os principais impactos gerados, principalmente na esfera ambiental, e as ações mitigadoras atualmente praticadas.

2. A carcinicultura brasileira no mercado mundial

No Brasil, o clima favorável e o domínio de novas tecnologias de produção de camarões favoreceram o estabelecimento do país como um dos principais produtores de camarão das Américas (Poersch, 2004). Entre 2002 e 2003, por exemplo, houve um aumento da produção em 50%, atingindo 90.190 toneladas e uma produtividade média de 6 ton/ha/ano, considerada a maior taxa entre todos os países produtores (Rocha *et al.*, 2004). Após 2003, a carcinicultura vivenciou um decréscimo devido a infecções causadas pelo vírus da *Mionecrose infecciosa* (IMNV), que rapidamente se espalhou pelo nordeste do país (Natori *et al.*, 2011). Atualmente, o Brasil ocupa o sexto lugar na lista mundial de produtores, tendo como principais consumidores a França, o Japão e a Espanha, que juntos importam 96% do que é produzido no país (MPA, 2011). O mercado interno, por sua vez, passou por uma grande transformação, pois era desconhecido e explorado apenas por um grupo pequeno de produtores (Bezerra, 2010).

Entre as regiões brasileiras, a Nordeste é a que mais se destaca nas atividades de carcinicultura, sendo responsável por 94% do total da produção, especialmente os estados do Rio Grande do Norte e da Bahia, além do Ceará, da Paraíba, de Pernambuco e do Piauí, onde a atividade se apresenta em expansão (ABCC, 2005). Essa disparidade em relação aos outros estados da federação está associada, entre outros fatores, à extensa faixa litorânea nordestina e às condições climatológicas, hidrológicas e topográficas ideais para o cultivo do camarão (Quaglia, 1993; Castro & Pagani, 2004).

Além de ótimas condições ambientais para a carcinicultura, a região Nordeste foi pioneira em estudos técnicos que visaram à implantação e ao desenvolvimento da atividade no país. No início da década de 1970, foram realizados testes de produção com diferentes espécies do gênero *Penaeus*, nos quais ficou evidenciado que o *Penaeus vannamei* era a melhor espécie para ser cultivada devido à sua alta adaptabilidade, rapidez no crescimento, ampla faixa de tolerância à salinidade, entre outras razões (Costa, 2004). Por se tratar de uma espécie exótica, seu cultivo teve um início bastante controverso. O sucesso dos empreendimentos que utilizaram o *P. vannamei*, entretanto, favoreceu e incentivou o uso da espécie no país (Moles & Bunge, 2002). O crescimento e os bons resultados obtidos com o *P. vannamei* foram subsidiados por vários fatores, incluindo o incentivo a uma incubadora no Rio Grande do Norte, a estabilização econômica do país, a colaboração técnica de universidades, incentivos governamentais, financiamento bancário e a permissividade legislativa (Queiroz *et al.*, 2013). No ano de 1999, com a queda da produção de camarão em países do Pacífico, a elevação do preço do camarão no mercado internacional e a desvalorização do real, a atividade começou a obter grandes lucros e, consequentemente, a atrair investimentos de empreendedores nacionais e internacionais (IBAMA, 2005; MPA, 2011).

3. Funcionamento das fazendas de camarões

Diversos tipos de sistemas de cultivo de camarões são utilizados no mundo, tais como viveiros escavados em terra, tanques à base de concreto, gaiolas flutuantes e cercados. Os cultivos também se diferenciam na forma de alimentação, bem como nas taxas de renovação de água, as quais têm consequência na quantidade e qualidade dos efluentes gerados.

Os sistemas de cultivo de camarões em cativeiro podem ser divididos em quatro etapas principais: larvicultura, berçário, engorda e despesca (Tabela 1). Devido às necessidades singulares de cada estágio de vida do camarão, muitas vezes, as diferentes etapas são realizadas em tanques ou em localidades diferentes. Baseada nesse aspecto, a carcinicultura pode ser classificada em mono, bi ou trifásica. Nos cultivos monofásicos, todas as etapas ocorrem no mesmo tanque e, muitas vezes, as pós-larvas são capturadas no ambiente. Já o cultivo bifásico é composto pela fase de berçário e de engorda, e as pós-larvas são compradas em empresas especializadas. No Brasil, grande parte dos empreendimentos adota este sistema, pois a fase de larvicultura é considerada a mais cara e somente é necessária no início do ciclo de cultivo. O sistema trifásico é composto pelas etapas de larvicultura, berçário e engorda, sendo encontrado, principalmente, em grandes empreendimentos de carcinicultura (Kungvankij *et al.*, 1989; Azevêdo, 2005).

Com relação à intensidade dos sistemas de cultivo, a carcinicultura pode ser classificada em extensiva, semi intensiva, intensiva e hiper-intensiva (Tabela 2). O sistema semi-intensivo é o que possui retorno financeiro mais rápido e o que necessita de, relativamente, menor investimento para sua implantação (Nunes, 2001). Com relação ao custo de manutenção, o semi-intensivo é mais oneroso que o extensivo, porém mais barato quando comparado com o intensivo e o hiper-intensivo (Burford *et al.*, 2003). Os elevados custos dos sistemas intensivo e hiper-intensivo estão associados, principalmente, à utilização de altas quantidades de rações balanceadas (Tabela 2) e à necessidade de areação artificial, gerenciamento da qualidade da água e, em alguns casos, antibióticos (Barros, 2006; Mamani, 2007).

Tabela 1. Etapas da cadeia produtiva do camarão.
Table 1. Stages of the shrimp productive chain.

Etapas	Descrição	Alimentação
Larvicultura	Produção de larvas. Após período de adaptação é realizado uma seleção onde os mais aptos são escolhidos e os organismos selecionados são transferidos para os tanques berçários	Organismos vivos, náuplius de artemia. Na etapa de pós-larva, a alimentação é baseada em ração balanceada apresentando entre 35 e 45 % de proteína.
Berçário	Aclimatação às condições ambientais da fazenda e seleção dos indivíduos mais resistentes e com tamanho homogêneo para a fase de engorda	A alimentação é similar a das pós-larvas, com diferença na quantidade de ração balanceada. Além disso, existe a contribuição da alimentação natural, auxiliada pela fertilização orgânica e inorgânica das águas dos tanques.
Engorda	Os viveiros recebem maior quantidade de ração com o intuito de que os animais cultivados alcancem tamanho e peso ideais para despesca	Durante esta etapa a quantidade de ração é proporcional à biomassa total de camarões no tanque. Desta forma, a quantidade de ração diminui, mas o percentual de proteína aumenta.
Despesca	Retirada da água dos tanques, coleta e abate dos camarões	

Adaptado de Kungvankij *et al.*, (1989), Nunes (2004)
Adpated from Kungvankij et al. (1989), Nunes, (2004)

Tabela 2 - Características dos tipos de cultivo
Table 2 - Characteristics of the types of cultivation

Tipos de cultivo	Densidade (ind/m^2)	Alimentação
Extensivo	0,5 a 4	Natural, baseada no plâncton e nutrientes que entram nos tanques por meio da circulação da água
Semi-intensivo	6 a 20	85% da alimentação é natural e o restante da alimentação é complementada por rações
Intensivo	20 a 100	75% da alimentação é ração
Hiper-intensivo	> 100	75% da alimentação é ração

Adaptado de Kungvankij *et al.* (1989), Nunes *et al.* (1997), Pontes & Arruda (2005), Nunes (2001) e Barros (2006)
Adpated from Kungvankij et al. (1989), Nunes et al. (1997), Pontes & Arruda (2005), Nunes (2001) and Barros (2006)

Tabela 3 – Insumos utilizados na atividade carcinicultura
Table 3 - Products used in shrimp farming activity

Insumos	Utilização
Rações	Alimentação suplementar. Confeccionadas no empreendimento (com farelo de arroz, peixes, sapos e rãs picados, moluscos) ou industrializadas
Fertilizantes	Aumentam a eficiência na produção de alimento natural. Promovem o aumento da produção primária, subsidiando a produção secundária de bactérias, zooplâncton e organismos bentônicos
Antibióticos	Mantém a qualidade e a saúde dos camarões. Dentre as substâncias utilizadas destacam-se fluoroquinonas, betalactâmicos, sulfonamidas, tetraciclinas, probióticos, entre outros

Adaptado de Kungvankij *et al*. (1989), Qin *et al.* (1995), Burford *et al.* (2003), Mamani (2007) e Santos (2009)
Adpated from Kungvankij et al. (1989), Qin et al. (1995), Burford et al. (2003), Mamani (2007)and Santos (2009)

Apesar da eficiência obtida no que se refere à produção final, os insumos utilizados na carcinicultura (Tabela 3) são compostos por uma variedade de produtos químicos e biológicos, os quais podem causar contaminação dos corpos d'água receptores de efluentes com nutrientes, metais e antibióticos, alguns dos quais podem ser interferentes endócrinos (Paéz-Osuna, 2001; Constanzo *et al.*, 2004; Primavera, 2006; Ahn *et al.*, 2010). Grande parte das carciniculturas não dispõe de tratamento dos efluentes. Entretanto, cabe mencionar que, em sistemas de cultivos sem renovação de água, a liberação de efluente para o ambiente é mínima.

4. Aspectos legais

A grande ampliação da carcinicultura no mundo ocorreu a partir das décadas de 70 e 80 (Páez-Osuna, 2001). Com o aumento do número de empreendimentos, houve um movimento para regulamentar essa atividade. Contudo, em muitos países, essa mudança não ocorreu de forma específica, sendo a carcinicultura, em vários casos, normalizada por inúmeros códigos e leis adaptados de instrumentos legais já vigentes. Certamente, essa adaptação gerou dificuldades para a compreensão e a adequada implementação das normas.

No Brasil, a resolução nº 312/02 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) é um dos principais instrumentos que regem procedimentos para implantação e manutenção legal dos empreendimentos de carcinicultura. Essa resolução estabelece, por exemplo, a obrigatoriedade de realização de licenciamento ambiental e Estudos de Impacto Ambiental (EIA), para empreendimentos com área maior que 50 ha (Tabela 4).

Complementarmente à resolução nº 312/02 do CONAMA, a atividade de carcinicultura também está subordinada a outras leis no âmbito federal, como o Decreto-Lei nº 24.348/34, que regula a saúde do animal e a eliminação de espécimes infectados, e o Decreto-Lei nº 986/69, que trata da segurança alimentar. Estados, municípios e o Distrito Federal também podem atribuir leis e diretrizes próprias para tratar da atividade de carcinicultura (Araripe *et al.*, 2006). Essa possibilidade de sobreposição de ações municipais, estaduais e federais na regulação das atividades de carcinicultura torna o sistema de regulamentação mais confuso e de difícil compreensão e, consequentemente, aplicação. Na costa brasileira, é possível observar casos que retratam o frequente fracasso no trabalho conjunto de agências de regulação em nível local, regional e nacional na administração dos recursos naturais.

No ano de 2012, entrou em vigor o novo Código Florestal brasileiro, que teve por objetivo buscar a proteção e o uso sustentável das florestas e da vegetação nativa, em conjunto com o desenvolvimento econômico. Esse Código estabelece que apicuns ("[...]áreas de solos hipersalinos situadas nas regiões entremarés superiores, inundadas apenas pelas marés de sizígias, que apresentam salinidade superior a 150 *‰, desprovidas de vegetação vascular* [...]"),salgados ("[...] áreas situadas em regiões com frequências de inundações intermediárias entre marés de sizígias e de quadratura, com solos cuja salinidade varia entre 100 e 150 *‰, onde pode ocorrer a presença de vegetação herbácea específica* [...]") e margens de rios e lagos podem ser utilizados em atividades de carcinicultura. Para tanto, alguns pré-requisitos previstos em lei devem ser observados (*i.e.,* limite da área total a ser ocupada específica para cada Estado; proteção da integridade dos manguezais arbustivos e dos processos ecológicos essenciais relacionados com os manguezais; atividades

Tabela 4 – Normas estabelecidas na resolução CONAMA nº 312/02
Table 4 - Standards established by CONAMA Resolution nº 312/02

CONAMA nº 312/02	**Normas**
	Obriga que o empreendimento de carcinicultura em zona costeira realize licenciamento ambiental
	Exige a apresentação de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) para empreendimentos com área > 50 ha e potencialmente causadores de degradação ambiental
	Proibe que a atividade de carcinicultura seja implantada em áreas de manguezal e em regiões que prejudiquem atividades tradicionais de sobrevivência das comunidades locais
	Determina que o empreendedor deva controlar e tratar os efluentes da atividade, com a obrigatoriedade de que a água utilizada na carcinicultura retorne ao ambiente com qualidade igual a que foi retirada do seu curso natural

tradicionais de sobrevivência das comunidades locais) (Lei nº 12.651, de 25 de maio de licenciamento da atividade e das instalações pelo órgão ambiental estadual; recolhimento, tratamento e disposição adequados dos efluentes e resíduos produzidos durante o ciclo produtivo; respeito às atividades tradicionais de sobrevivência das comunidades locais) (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012). A aprovação dessa lei acarretou inúmeros protestos por parte da comunidade acadêmica, assim como dos ambientalistas, levando a uma série de discussões a respeito da eficácia do Código.

As margens de rios e lagos, apesar de continuarem sendo classificadas como áreas de Preservação Permanente (APP), foram autorizadas a serem utilizadas para implantação da estrutura física da prática da carcinicultura. No entanto, o Código não deixa claro se esta liberação está associada a formas específicas de cultivo. Não determina, por exemplo, o uso de tanques redes (gaiolas flutuantes) ou o uso de tanques escavados, sendo que a primeira opção causa menos impactos ambientais e a segunda poderia acarretar problemas quanto ao processo de assoreamento e no que se refere à manutenção do equilíbrio ecológico, funções atribuídas às APPs da margens de rios e lagos.

Com relação às áreas de apicum e salgado, os parlamentares utilizaram o argumento de que essas áreas não pertencem ao ecossistema de manguezal. Na realidade, acredita-se que a liberação das áreas de apicum e salgado para a criação de camarões em cativeiro está relacionada apenas a fatores econômicos, e não aos aspectos técnico-científicos.

Além das regularizações específicas de cada país, a Organização de Agricultura e Alimentação (FAO) das Nações Unidas (ONU) elaborou um código de conduta (Código de Conduta para a Pesca Responsável - *CCRF*) (FAO, 1995) visando ao desenvolvimento de uma aquicultura sustentável, buscando uma produtividade com o mínimo de prejuízo para o ambiente, abrangendo, também, a questão da sobrepesca, que pode ter como consequência a marginalização dos pescadores artesanais.

O CCRF serviu de base para a criação de outros documentos, tais como GAP, BPM e as Boas Práticas de Conduta da Carcinicultura (Tabela 5), que buscam pôr em prática as propostas feitas no CCRF e complementar aspectos que não foram mencionados neste Código. O GAP trabalha mais especificamente com aspectos da segurança dos alimentos produzidos, e o BMP visa incluir práticas relevantes para a sustentabilidade das fazendas e aspectos relacionados à degradação ambiental, focando nos problemas técnicos apresentados para esse setor de produção.

No Brasil, foi proposto pela ABCC, juntamente com seus associados e colaboradores, um Código de Conduta denominado Boas Práticas de Conduta da Carcinicultura, que aborda aspectos presentes no GAP e no BMP. Nesse Código, são mencionadas as questões relativas às condições higiénico sanitárias dos alimentos e são estabelecidos compromissos das empresas para aspectos técnicos, ambientais e sociais. Dessa forma, o Código busca evitar ou minimizar impactos ambientais e sociais, contribuindo, assim, para melhorar as condições ambientais e sociais da área de influência das fazendas de cultivo.

Em suma, temos que esses documentos são uma espécie de manual de instrução para cultivos cujos objetivos estão relacionados à conservação, à gestão e ao desenvolvimento dos recursos aquáticos vivos (Alam *et al*, 2005). Deve ser salientado que esses códigos não

Tabela 5 – Sumário dos documentos que estabelecem diretrizes para a atividade de criação de camarão
Table 5 - Summary of documents that establish guidelines for the activity of shrimp farming

Diretrizes	Atividades
GAP[1] (Práticas da Boa Aquicultura)	Aborda questões como a escolha do local; gestão das fazendas, da saúde dos organismos, dos alimentos e da alimentação; manutenção dos registros; aplicação de drogas e produtos químicos para assegurar a não contaminação dos alimentos
BMP[2] (Práticas de Melhor Manejo)	Suscita a questão da sustentabilidade das fazendas e a questão da degradação ambiental, buscando abordar problemas técnicos
Boas práticas de conduta do carcinicultura	Elabora documentos para direcionar as boas práticas de conduta do carcinicultor, normas gerais sobre as condições higiênico-sanitárias dos alimentos, e estabelecem compromissos das empresas para aspectos, técnicos, ambientais e sociais

[1] Good agriculture practices; [2] Better management practices
ABCC (2004), ABCC (2005), Bene (2005), Yamprayoon & Sukhumparnich (2010)

têm força de lei, são documentos orientadores, que visam à adoção voluntária por parte de governos de Estado, sugerindo, dessa forma, aos produtores implementar condutas corretas em termos do estabelecimento, manejo, sanidade e uso de produtos para a manutenção dos viveiros e a minimização dos impactos relacionados à atividade.

Ao comparar a legislação brasileira vigente com a de outros países que se destacam como produtores, tais como Chile (Ley 19300/94, Decreto n.° 90 de 2000 e Decreto n.° 1 de 1992), China (Marine Environment Protection Law 1982, Law on the Prevention and Control of Water Pollution 1984/1996 e Rules for implementation of the the prevention and control of water pollution - Decree no. 1, de 1989), Equador (Decreto n.º 1.732 de 2009) e México (Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, de 2000) (Tabela 6), podem ser observados muitos pontos em comum, o que nos permite perceber que a legislação brasileira está de acordo com as normas vigentes em outros países.

Nos países analisados (Brasil, Chile, China e México), o controle de doenças, por exemplo, quando não especificado, é baseado em leis utilizadas para o cultivo de peixes, havendo restrições ao uso de drogas. Diferentes aspectos sobre o controle de doenças (*e.g.* ações emergenciais, preventivas, de vigilância e manejo) são frequentemente abordados. No Brasil, o controle de doenças é fiscalizado por meio de leis Estaduais e Federais, sendo função do Estado controlar aspectos relativos à saúde animal. Além disso, todos os estabelecimentos de aquicultura estão sujeitas à supervisão do Serviço Veterinário Oficial. No México, o controle de doenças é regulado por duas leis: uma aplicável a todos os tipos de cultivo de animais aquáticos e outra que contém disposições detalhadas sobre questões relativas à saúde de animais aquáticos. Apesar de o Chile apresentar uma lei para o controle de doenças, esta fica restrita à piscicultura. O mesmo ocorre na China, onde a lei foi sancionada para o cultivo de peixes e nela tem-se uma descrição dos procedimentos para controle e tratamento de doenças, incluindo medidas de quarentena importantes para que as doenças não se disseminem pela região.

De uma maneira geral, o uso de drogas para manutenção do cultivo é bem regulamentado, sendo limitado ou proibido o uso de certas substâncias. Todavia, o Brasil não apresenta legislação específica para o controle das drogas utilizadas. Cabe ressaltar que ainda não existem muitos estudos na literatura relatando quais seriam as drogas mais utilizadas nos sistemas de carcinicultura desenvolvidos no Brasil, bem como seus potenciais impactos nas variáveis abióticas e na fauna dos corpos receptores (*e.g.,* Sotomayor & Balcázar, 2003; Toro, 2005; Mamani, 2007; Santos, 2009).

Muitas fazendas de carcinicultura no nordeste brasileiro, a exemplo do estado da Bahia, são ilegais ou têm legalidade duvidosa (Garcia, 2012), devido a diferentes artifícios e/ou lacunas presentes na legislação. Como resultado, percebeu-se que as informações sobre a utilização de drogas nessas fazendas não foram apropriadamente documentadas e/ ou divulgadas pelos órgãos ambientais.

Adicionalmente, as pesquisas de campo realizadas pelos autores deste trabalho mostraram que dados sobre a utilização de insumos na carcinicultura praticada na Baía de Todos os Santos, Bahia, em geral, não são fornecidos pelos produtores e/ou trabalhadores das fazendas, seja por desconhecimento ou por medo de disponibilizar informações sobre fazendas não legalizadas.

Quanto às rações a serem empregadas na alimentação dos camarões, existe um controle específico, o que garantiria ao consumidor a certeza de que o cultivo foi abastecido com uma alimentação balanceada e com produtos de qualidade. O controle da alimentação empregada nas fazendas ocorre mediante a apreciação de relatórios fornecidos pelos donos dos empreendimentos às instituições fiscalizadoras com informações sobre o tipo de alimento utilizado e uma relação dos produtos que foram adicionados à ração. A qualidade dos alimentos, entretanto, não pode ser assegurada no caso dos empreendimentos não licenciados.

Diante do que foi apresentado, percebe-se que, no Brasil, a carcinicultura está regulamentada e subordinada à legislação vigente, desde a implantação até à venda do produto final. Conforme previamente discutido, as leis, diretrizes e/ou normas em vigor no Brasil são similares às existentes em outros países que também se destacam no cenário da carcinicultura. Nesse contexto, cabe ressaltar o código de conduta internacional, que é um instrumento adequado para guiar o desenvolvimento da carcinicultura de forma rentável e, concomitantemente, ambientalmente sustentável. A legislação brasileira, entretanto, é claramente omissa no controle do uso de drogas no cultivo, uma vez que não possui regras específicas. Esse aspecto é bastante relevante, visto que o impacto negativo dos efeitos de drogas, como antibióticos e hormônios, na fauna e na flora dos corpos receptores de efluentes, nos ecossistemas costeiros, é desconhecido.

Outro aspecto não menos importante é a questão da ilegalidade de muitos empreendimentos de carcinicultura. Apesar de não haver na literatura, até o

Tabela 6 –Comparação da legislação para cultivo de camarões em diversos países
Table 6 - Comparison of legislation for shrimp farming in several countries

	Princípios base dos Guias e Códigos de Conduta	Controle de doenças	Drogas	Alimentação
Brasil	Organizados pela ABCC (Associação Brasileira de Criadores de Camarão).	Fiscalizado em nível estadual pelo Departamento de Defesa Animal (DDA) e em nível Federal pela Delegacia Federal de Agricultura (DFA).	Não há regras específicas.	Lei Nº 6.198/74 institui controles sanitários nos alimentos usados no cultivo. Decreto Nº 80.583/77 estabelece as normas de qualidade de sal a ser utilizado na alimentação.
Chile	Não existem diretrizes ou códigos de conduta.	Específico para cultivo de peixes.	Todos os medicamentos veterinários e de controle sanitário devem ser inspecionados. Limitações ou proibições de medicamentos contendo substâncias específicas (i.e. cetamina ou derivados de nitrofuranos).	Regulamento para controle da saúde por meio da introdução de alimentos e produtos orgânicos a serem utilizados para fins de aquicultura está em processo de adoção.
China	Inúmeras diretrizes em nível nacional e provincial, abrangendo vários temas.	A Law on Animal Diseases (1997) descreve procedimentos para controle de doenças.	Produção, importação, exportação, armazenamento, uso e eliminação de certos tipos de produtos químicos são regulados. Existência de sistemas de controle de novas drogas e monitoramento de segurança dos medicamentos utilizados.	Fortalecimento da administração de aditivos, melhorando a qualidade, aumentando o desenvolvimento da produção e a segurança da saúde pública.
Equador	Norma de certificação para a carcinicultura orgânica.	Não há regras específicas.	Restrições à utilização de medicamentos veterinários. Manutenção de um cadastro dos produtos veterinários autorizados. O uso de cloranfenicol é proibido.	Estabelece que a farinha de peixe para ração só poderá ser produzida com excedentes e/ou de restos do processo de beneficiamento do produto para o mercado.
México	Não há diretrizes ou códigos de conduta.	Regulado pela Ley Federal de Sanidad Animal (1993) e Fisheries Law (para organismos aquáticos em geral).	Drogas, alimentos e hormônios a serem utilizados são regulados. Estabelecimento de limites mínimos e máximos de uso e aplicação de antibióticos. Novos fármacos devem ser aprovados previamente.	Produtores devem informar tipos e doses de medicamentos adicionados à ração utilizada. É proibida a utilização de alimentos baseado em crustáceos frescos, exceto para artemia (Artemia spp)

Adaptado NALO (2005) / Adapted from NALO (2005)

momento da elaboração desta revisão, um banco de dados para o território nacional e/ou estadual contabilizando o número de fazendas em condições irregulares, um levantamento de dados indica que o número de fazendas nessa situação é substancial (IMA, 2004; IBAMA, 2005; Garcia, 2012; Latorre, 2012; Mialhe *et al.*, 2013) e merece a atenção dos órgãos competentes. Na prática, isso significa que a qualidade dos camarões produzidos, em termos de segurança alimentar, e os impactos socioambientais associados a esta atividade não são monitorados e/ou mitigados ou coibidos. Em larga escala espacial e, também, em longo prazo, atividades irregulares poderão comprometer de forma irreversível os serviços ecológicos promovidos pelos ecossistemas adjacentes às fazendas, trazendo, também, prejuízos quiçá irreparáveis para as comunidades tradicionais que dependem dos recursos obtidos nesses ecossistemas.

5. Impactos negativos gerados pela carcinicultura

O rápido crescimento da atividade da carcinicultura causou a conversão de extensas áreas costeiras em zonas de produção de camarão, gerando impactos sociais, econômicos e ambientais em várias regiões ao redor do planeta (*e.g.*, Barbier & Strand, 1998; Primavera, 2006; Ahn *et al.*, 2010; Lacerda *et al.*, 2011; Mialhe *et al.*, 2013; Queiroz *et al.*, 2013; Sahu *et al.*, 2013). Os impactos negativos podem ser de curto ou longo prazo, envolvendo o desequilíbrio ecológico, a contaminação ambiental, surtos de doenças, entre outros (Paul & Vogl, 2011). A magnitude dos impactos gerados depende de muitos fatores, tais como: localização das fazendas; local da construção dos tanques; manejo dos viveiros; uso de tecnologias durante as operações nos viveiros; tipo de cultivo; escala de produção e capacidade de assimilação do sistema; hidrodinâmica dos corpos receptores (Alonso-Rodriguez & Páez-Osuna, 2003; Constanzo *et al.*, 2004), entre outros.

Entre os inúmeros problemas associados à carcinicultura, merece destaque a localização e a construção dos tanques de cultivo. Em várias regiões, as florestas de manguezais são frequentemente derrubadas e ocupadas para a implantação de fazendas de criação de camarão devido à ampla disponibilidade de água de qualidade apropriada para o cultivo e ao baixo valor de mercado (Nascimento, 2007). No Brasil, esse problema ainda pode ser agravado com a aprovação do novo Código Florestal.

Um dos pontos mais controversos do novo Código é o fato de que algumas áreas de Preservação Permanente (APPs) tiveram suas restrições de uso alteradas. As áreas de apicuns e salgados, por exemplo, foram liberadas para cultivo de camarões (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012).

A permissão do uso de apicuns e salgados para desenvolvimento da atividade levantou uma série de discussões. Os apicuns são ambientes pouco estudados, os conhecimentos sobre eles obtidos estão geralmente associados a estudos de manguezais ou ao mapeamento de zonas costeiras (Hadlich & Ucha, 2009). O mesmo ocorre para as áreas de salgados, que também constituem um ecossistema pouco estudado. A escassez de informações mais específicas a respeito dessas áreas dificulta a previsão e/ou prevenção de possíveis processos de degradação associados à atividade de cultivo.

Na tentativa de assegurar que somente os apicuns e os salgados serão utilizados como áreas de cultivo, alguns pré-requisitos são necessários, como foi apresentado anteriormente. Porém, o estabelecimento desses pré-requisitos não impede que o cultivo se estenda para as áreas de manguezais e tampouco que esses mesmos pré-requisitos sejam atendidos. Isso se deve ao fato de que os órgãos ambientais responsáveis normalmente não possuem um esquema de fiscalização pontual e frequente.

A expansão do cultivo até a área de manguezal tem diversas consequências, dentre elas destaca-se a perda de produtos e serviços que são fornecidos por ele: a vegetação de manguezal oferece abrigo, alimentação, zona de reprodução, proteção da linha de costa contra erosão e tempestades, entre outros serviços (Primavera, 1997; 2006). A perda dessas áreas e serviços pode ocorrer por meio da conversão, privatização e expropriação de terras. Estima-se que a floresta de manguezal intacta tenha um valor econômico aproximadamente 70% maior do que quando convertida em fazenda de camarão (Balmford *et al.*, 2002). O impacto causado pelo uso de áreas de manguezais para a carcinicultura, no que se refere à mudança na paisagem local, é similar, segundo Meirelles (2005), ao que acontece na especulação imobiliária; ou seja, nesses dois casos, ocorre uma alteração significativa da paisagem, comprometendo os ecossistemas costeiros, podendo resultar no deslocamento e na migração das comunidades tradicionais.

Os problemas de impactos ambientais negativos não ficam restritos à fase de implantação. A fase da despesca (Tabela 1), na qual são lançados no ambiente os efluentes das fazendas com todos os insumos utilizados no cultivo, tem sido apontada como a fase que mais gera danos ao ambiente (Brummett, 2003; Páez-Osuna *et al.*, 2003). Entretanto, existe uma ausência de informação sobre as quantidades e a qualidade dos insumos usados, o que certamente dificulta a mensuração da magnitude e da extensão dos impactos causados por esses produtos (Graslünd & Bengtsson, 2001). De uma maneira geral, os potenciais contaminantes introduzidos nos corpos receptores junto

com os efluentes são: i) antibióticos e agentes antimicrobianos (Gräslund & Bengtsson, 2001; Anh *et al*., 2010); ii) nutrientes (*e.g.* amônia, nitrato, fosfato) que podem gerar eutrofização de corpos d'água (Jones *et al*., 2001; Gál *et al*., 2003; Figueirêdo *et al*., 2006; Anh *et al*., 2010; Souza, 2013) e/ou proliferação de algas produtoras de toxinas; iii) e metais traços e maiores, incluindo Hg (Lacerda *et al*., 2006 e 2009; Lacerda *et al*., 2011; Costa et al., 2013).

Antibióticos e antimicrobianos são utilizados com fins terapêuticos, profiláticos e como promotores de crescimento, para melhorar aassimilação de alimentos e, consequentemente, aumentar a produção (Barton, 2000). Estima-se que entre 1.000 e 2.000 ton/m^2/ano de antibióticos e antimicrobianos sejam utilizados em fazendas da Ásia e da América Latina (Toro, 2005), destacando-se os antibióticos do grupo das fluoroquinonas (*e.g.* sarafloxacina e norfloxacina) e os antimicrobianos do grupo dos betalactâmicos (*e.g.* sulfonamidas, tetraciclinas, aminoglicosídeos, macrolídeos, quinolonas e anfenicóis) (Mamani, 2007; Santos, 2009). De acordo com Le & Munekage (2004), os resíduos de antibióticos no ambiente podem afetar os ecossistemas costeiros e marinhos e a saúde humana. No entanto, estudos sobre a ocorrência desses fármacos no ambiente, especialmente em água do mar, ainda são limitados, de forma que não é possível avaliar a real contribuição da carcinicultura na introdução desses compostos em corpos d'água receptores e sua consequência.

O aporte de nutrientes descartados diretamente no ambiente sem tratamento prévio, oriundos do acúmulo de restos de alimentos, fezes e fragmentos de animais nos fundos dos tanques, pode causar deterioração das águas dos corpos receptores e/ou sua eutrofização (Thompson *et al*., 2002). Como resultado, a eutrofização e a sedimentação decorrentes da dispo-sição dos efluentes levam à modificação do habitat, potencialmente provocando a perda da fauna, sobretudo de organismos bentônicos (Azevêdo, 2005).

Além de nutrientes, outro grupo importante de contaminantes são os metais traço que são inseridos nos tanques de cultivo através dos alimentos e insumos usados na carcinicultura. A elevada concentração de metais tóxicos tem sido uma das causas atribuídas aos baixos índices de produtividade de fazendas de carcinicultura (Gosavi *et al*., 2004). Os metais podem causar alteração na taxa de sobrevivência, no crescimento, no comportamento alimentar, na frequência das ecdises, na capacidade de osmo-regulação e na respiração de camarões (Chen & Lin, 2001; Hossain & Khan, 2001; Wu & Chen, 2005). Adicionalmente, o lançamento de água e sedimentos contaminados dos tanques de carcinicultura no ambiente pode causar efeitos adversos na qualidade da água, na fauna e na flora presentes nas áreas adjacentes às fazendas (Souza, 2013).

Outra problemática associada com a atividade de criação de camarões refere-se ao abandono das áreas de cultivo após anos de exploração. O tempo médio de vida útil de um tanque de carcinicultura, devido a problemas decorrentes da autopoluição e a doenças, é entre 7 e 15 anos, para fazendas com boa gestão, e entre 5 e 10 anos, para fazendas com sistemas intensivo e semi-intensivo de produção (Flaherty & Karnjanakesorn, 1995; Primavera, 1997). Esse tempo pode ser menor em áreas de manguezal devido à elevada concentração de matéria orgânica e acidez dos solos (Jahan, 2013).

Ao esgotar a área onde é implantada a atividadade de aquicultura, os produtores migram para novos locais. Essa migração foi denominada por Ellison (2008) de *"roving banditry"* (*banditismo itinerante*) e deixa para trás solos com erosão acelerada, diminuição da capacidade de armazenamento de água, redução na biodiversidade da fauna (*e.g.* organismos bentônicos) e pobres em matéria orgânica, devido ao aumento do escoamento superficial e subsuperficial (Stevenson, 1997); além de alterações de propriedades físico-químicas da água, devido à liberação de precipitados de ferro, e susceptibilidade a riscos ecológicos, devido às concentrações de cobre, cádmio e manganês nos viveiros abandonadas (Sammut *et al.*, 1996; Visuthismajarn *et al.*, 2005).

Ellison (2008) observou que os envolvidos, normalmente, não possuem nenhuma ligação direta com as comunidades locais e nenhum incentivo, por parte dos órgãos relacionados à atividade, para gerir de forma sustentável o cultivo. Dessa forma, eles cortam os manguezais para a implantação dos tanques de cultivo, promovendo todas as modificações necessárias para a implantação da fazenda, e, ao esgotarem os recursos naturais necessários para a manutenção da produção e, com isso, para a obtenção de lucros, seguem para outra área e recomeçam o processo.

De acordo com Visuthismajarn *et al.* (2005), os efeitos ambientais e os riscos ecológicos relacionados ao abandono de carciniculturas são pouco conhecidos; no entanto, tem sido observado, nos últimos anos, uma preocupação crescente quanto a esse assunto.

A importância da dimensão social tem sido frequentemente neglicenciada nas avaliações de impactos negativos associados à carcinicultura. O processo de implantação das fazendas pode, por exemplo, gerar a marginalização, o desemprego rural e a migração da população costeira, além de trazer insegurança na disponibilidade de alimentos, interrupção dos sistemas tradicionais de produção, distribuição e relações sociais, acarretando, dessa forma, distúrbios e conflitossociais (Azevêdo, 2005; Alam *et al*., 2005; Queiroz *et al*., 2013).

Segundo Neiland *et al*. (2001), os conflitos sociais estão fortemente associados ao sistema e aos direitos de uso da propriedade existentes no país. Em áreas de manguezais, ao longo de toda a costa brasileira, é comum, mesmo que ilegal, a concessão de áreas para empreendedores sem a devida consideração e ponderação sobre as atividades previamente existentes na área e/ou as atividades culturais e de subsistência praticadas pelas comunidades tradicionais locais. Abreu *et al*. (2011) mostraram que criadores de camarão pareciam ser indiferentes com relação ao desenvolvimento de impacto social como consequência da atividade desenvolvida por eles. Os autores também indicaram que os carcinicultores não interagem com a população local, e, portanto, as comunidades não reconhecem a atividade como um projeto econômico a ser incentivado.

Em suma, a busca pela prosperidade e lucratividade das atividades de carcinicultura, somada, muitas vezes, à ineficiência dos órgãos de governo nas atividades de licenciamento e fiscalização, e a não observância e/ou a permissividade das legislações ambientais podem levar a atividade de carcinicultura a causar uma série de impactos socioeconômicos e ambientais.

6. Alternativas mitigadoras aplicadas à carcinicultura

Os impactos aqui relatados, de certa forma, refletem a frequente falta de planejamento no desenvolvimento da carcinicultura no Brasil e no mundo. Quando falamos em planejamento das atividades de carcinicultura, foram considerados os princípios defendidos pela BMP (Práticas de Melhor Manejo) e pela GAP (Práticas da Boa Aquicultura) (Tabela 5).

Muitos são os potenciais impactos associados à carcinicultura, uma vez que a atividade, muitas vezes, não é concebida de forma planejada, resultando na degradação de áreas naturais e em uma série de outros impactos (Oliveira, 2009). A detecção de impactos, entretanto, não é uma tarefa simples, visto sua comple-xidade e seu caráter multidisciplinar.

Biao & Kaijin (2007) relataram que essa dificuldade reside no fato de que o lançamento de contaminantes não é sempre identificado. Com relação à contaminação química, por exemplo, são necessários testes laboratoriais específicos. Em casos extremos, a morte massiva de camarões e outros organismos aquáticos é indicativa de um problema de contaminação.

Medidas de gestão para resolver ou mitigar problemas de impacto ambiental causados pelo desenvolvimento do cultivo tornaram-se urgentes e obrigatórias. No entanto, apesar dessa urgência, medidas específicas para o desenvolvimento sustentável da atividade têm sido pouco divulgadas e/ou aplicadas, mas há indícios de que os países dependentes economicamente do cultivo estão em busca, visando encontrar o caminho para uma carcinicultura sustentável.

A maioria dos problemas ambientais associados à carcinicultura está relacionada com os efluentes que são liberados no ambiente sem tratamento prévio. A abordagem mais tradicional adotada por muitas fazendas para lidar com esse problema, segundo Lin *et al*. (2002), reside no tratamento convencional de águas residuais e na remoção de sólidos por sedimentação. No entanto, o tratamento convencional apresenta como desvantagens a produção de lodo, a elevada demanda por energia e a necessidade frequente de manutenção. Como resultado, alternativas mitigadoras mais eficientes têm sido pesquisadas, testadas e aplicadas.

Biao & Kaijin (2007) apresentaram duas estratégias promissoras como alternativas específicas para reduzir a liberação de nutrientes gerados pela carcinicultura. A primeira, com uma abordagem ecológica ou orgânica, que tem como princípio fundamental minimizar o impacto ambiental durante o desenvolvimento da atividade, o que implica, consequentemente, em um cultivo de menor intensidade. Nesse tipo de abordagem, os esforços para produção devem estar em sincronia com os processos naturais do ecossistema. Seguindo a lógica dessa abordagem, pode-se realizar um cultivo integrado (*e.g.* policultura de bivalves, peixes e camarões), em que os recursos necessários (*e.g.* água, ração) e os resíduos gerados são recirculados dentro da fazenda, mais especificamente nos tanques, evitando, dessa forma, o empobrecimento ou a sobrecarga do ambiente no qual o empreendimento está inserido. No sistema de policultura, a água utilizada nos tanques de cultivo de camarão é usada na alimentação das ostras (Jakob *et al*., 1993). No entanto, Biao & Kaijin (2007) apresentam como desvantagem dessa abordagem o fato de que, sendo um cultivo caracteristicamente de baixa intensidade, tais sistemas exigem tanques com áreas maiores que aquelas utilizadas em sistemas intensivos de produção. Esse modo de produção requer mais pesquisas para demonstrar, de fato, suas vantagens e convencer, dessa forma, que os carcinicultores o adotem em suas fazendas.

A segunda estratégia apresenta uma abordagem tecnológica ou biotecnológica (Biao & Kaijin, 2007) que tende a impulsionar o desenvolvimento em direção ao uso de sistemas hiper-intensivos, que são isolados do ambiente e implementam o mecanismo zero de descarga, ou seja, os efluentes não são liberados no ambiente. Esse sistema envolve o tratamento e a recirculação dos resíduos dos viveiros, esterilização dos tanques com antibióticos, cloro e formaldeído, entre outras substâncias. Essa estratégia, no entanto, exige um elevado investimento de capital, limitando essa opção apenas aos empreendedores de grande porte, ao passo que apresenta como vantagem um elevado rendimento, com o mínimo de prejuízo ambiental e na produção, já que todas as etapas são controladas com rigor.

De modo geral, essas duas estratégias têm sido aplicadas nos cultivos, mas não visando testar sua eficiência, e sim em busca de uma melhor forma de produção, alcançando maior lucratividade. Muitas vezes, as estratégias aqui apresentadas são utilizadas pelos empreendedores sem o conhecimento de fato da existência dessas duas abordagens, assim como suas vantagens e desvantagens. São adotadas a partir do conhecimento empírico, adquirido a partir das experiências diárias.

Read & Fernandes (2003) sugerem que um gerenciamento pró-ativo resolveria potenciais conflitos relacionados à demanda pelos recursos costeiros. Esses conflitos envolvem questões que surgem durante o planejamento do empreendimento e se prolongam até as etapas de desenvolvimentos do cultivo propriamente dito. Tais conflitos poderiam ser resolvidos por meio da aplicação do chamado Gestão Integrada da Zona Costeira, que visa, de modo geral, administrar os recursos naturais da zona costeira de forma sustentável.

Os problemas sociais relacionados à carcinicultura podem ser minimizados oferecendo empregos nas fazendas aos integrantes das comunidades ribeirinhas, que muitas vezes não obtêm a partir da pesca o suficiente para a sua sobrevivência e, por falta de instrução escolar, não conseguem empregos fixos.

O cultivo tem um impacto positivo de ordem social e econômica nas regiões nas quais ele tem influência, podendo ser considerado motor de renda e emprego para os habitantes locais, principalmente para os pescadores artesanais, que foram prejudicados com a escassez dos estoques naturais de camarão marinho. Os empregos gerados são estáveis e privilegiam diretamente a comunidade ribeirinha, uma vez que não requerem educação formal elevada para a execução das tarefas (Costa, 2009; Cavalcanti, 2012). Entretanto, nem todas as comunidades optam por participar desse processo produtivo. A incorporação de comunidades tradicionais nos sistemas de carcinicultura não é um problema simples e requer ampla discussão com a comunidade.

Para aproveitar a mão de obra dos moradores das comunidades ribeirinhas, pode-se incentivá-los a cuidar das fazendas de camarões que são abandonadas após anos de cultivo. Barbier (2006) observou que as áreas degradadas pelo cultivo podem ser recuperadas pelas comunidades locais e pelas partes interessadas, desde que elas reconheçam, nesse processo, uma forma de obtenção de renda. Uma vez que o processo de recuperação seja realizado, esses mesmos grupos passam a ser responsáveis pela conservação, visando manter, dessa forma, a sua fonte de renda.

Abreu *et al*. (2011) apontaram que deve ser reforçada uma relação mais estreita entre a indústria e a comunidade local, por meio do desenvolvimento de projetos sociais com foco na melhoria da qualidade de vida nas comunidades locais, melhorando, assim, a sua imagem e, consequentemente, reduzindo conflitos. Uma das formas adotadas para solucionar os problemas sociais que surgem com essa atividade é integrar as comunidades que dependem direta e indiretamente das áreas costeiras ao sistema de cultivo. A maneira dessa integração, entretanto, deve ser discutida entre a comunidade e os empreendedores. Cabe lembrar que a opção de participação das comunidades tradicionais no processo produtivo nem sempre é uma escolha voluntária, e sim a única alternativa viável em substituição às atividades tradicionais previamente praticadas pelas comunidades.

Para o tratamento de águas sujeitas a altas cargas de contaminantes orgânicos, uma alternativa defendida atualmente é a biorremediação (Milanese *et al*., 2003). Nesse processo, ocorre a eliminação, atenuação ou transformação de contaminantes pelo uso de processos biológicos (Lynch & Moffat, 2005). Já Gutierrez-Wing & Malone (2006) defendem que a remoção da maior parte das substâncias contaminantes na água deve ser realizada por meio de Sistemas de Recirculação de Água (RAS). Segundo Martins *et al*. (2010), esse sistema foi desenvolvido para responder às crescentes regulamentações ambientais em países com acesso limitado à terra e à água. Foi a partir da década de 80 que estudos visando ao uso de sistemas de recirculação se intensificaram no Japão, nos Estados Unidos, em Israel e em diversos países europeus, e, diante dos resultados positivos, passaram a ser adotados pelos grandes empreendimentos em outros países, assim como no Brasil, sendo inicialmente instalados no nosso país em algumas fazendas que trabalhavam com peixes ornamentais, com laboratórios de reprodução de tilápia e com processos de produção de larvas de camarão (Kubitza, 2006).

O RAS oferece vantagens em termos de redução do consumo de água (Verdegem *et al*. 2006), melhores oportunidades de disposição dos resíduos e reciclagem de nutrientes (Piedrahita, 2003), melhor higiene e tratamento de doenças (Summerfelt *et al*, 2009; Tal *et al*, 2009). Uma das maiores dificuldades relatadas para a implantação do RAS é o elevado capital de investimento necessário e o longo período dedicado à sua implantação (em torno de 8 anos), fazendo com que o RAS não seja economicamente viável em curto prazo de tempo (Badiola *et al*., 2012).

No que se refere à adubação e à alimentação, Sahu *et al*. (2013) sugerem que a quantidade de adubo a ser aplicada seja calculada de modo que não gere excedente. Adicionalmente, esses autores propõem que a alimentação seja fornecida por meio de alimentadores (*e.g.* do tipo bandejas) dispostos ao longo dos tanques, evitando o lançamento excessivo de ração e, portanto, seu acúmulo nos tanques.

A Tecnologia de Bio-Flocos (BFT) é uma técnica que tem ganhado espaço no que se refere ao controle de impactos. Essa é caracterizada por utilizar altas densidades de cultivo, promovendo o aumento da produtividade (i.e. biossegurança, evitando a fuga da espécie cultivada para o ecossistema), e pela pouca ou nenhuma troca de água, o que reduz significativamente a emissão de efluentes para o meio ambiente (Mcintosh *et al*., 2000; Burford *et al*., 2003). De acordo com Crab *et al*. (2007), a BFT proporciona um método sustentável para manter a qualidade da água em sistemas de cultivo.

Para sanar problemas relacionados ao uso de antibióticos e antimicrobianos, a Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2004) recomenda que essas substâncias sejam usadas na forma de ração medicada, para garantir as concentrações teciduais (Concentração Inibitória Mínima - CIM) necessárias para a completa eliminação do patógeno no organismo do camarão. Dessa forma, utiliza-se a mínima quantidade de fármacos necessária para o tratamento da enfermidade. Uma alternativa defendida por Sotomayor & Balcázar (2003) consiste em restrições ao uso de antimicrobianos, mediante imposições legais, aliadas à maior conscientização quanto à necessidade de garantir produtos saudáveis ao consumidor.

Similarmente à agricultura orgânica, a aquicultura orgânica tem atraído a atenção devido à preocupação dos consumidores em relação à sobrepesca, à degradação ambiental, aos riscos à saúde, à sustentabilidade e às questões relacionadas ao bem-estar dos animais (Lien & Anthony, 2007; Biao, 2008). Essa nova forma de cultivo tem um futuro promissor. Segundo a FAO (2002), estima-se que a produção orgânica aumentará 240 vezes em 2030 e, de acordo com a IFOAM (2008), esse tipo de cultivo reduz a adição de insumos e proibe o uso de fertilizantes, pesticidas, produtos farmacêuticos e aditivos alimentares. No entanto, a conversão para a aquicultura orgânica implica uma alteração complexa e significativa no sistema de cultivo (Padel, 2001).

O Brasil vem aos poucos se adaptando a esse novo panorama de produção de pescado orgânico, como aponta Boscolo *et al*. (2012), ao afirmar que o mercado de produtos orgânicos no Brasil encontra-se em plena extensão. No entanto, Baldi & Lopes (2008) destacam uma certa resistência por parte dos grandes grupos empresariais, que, em geral, não têm demonstrado interesse por esse tipo de produção. Tal resistência dificulta a expansão desse modo de cultivo sustentável, o que nos leva a prever que a sua adoção nos cultivos brasileiros irá demorar, a não ser que haja uma mudança de visão por parte desses empreendedores. Tal mudança pode ser feita ao serem apresentados, de modo objetivo, os resultados positivos que a produção orgânica apresenta, principalmente no que se refere à lucratividade, uma vez que o valor final do produto é diferenciado daquele advindo do cultivo tradicional, além de ser um produto mais natural, e esse tipo de produto vem sendo bastante procurado atualmente pelos consumidores.

Grande parte das estratégias propostas para mitigar os impactos promovidos pela carcinicultura prevê a implementação de processos caros, os quais restringem sua aplicação a empreendimentos de grande porte. Cabe lembrar que os custos dessas estratégias são adicionais aos custos para o cumprimento das normas ambientais (Jackson *et al*., 2003). Adicionalmente, o fato de muitas das atividades de carcinicultura permanecerem na ilegalidade, conforme previamente mencionado, compromete as chances de implementação de estratégias visando à conservação das áreas de cultivo e à preservação da qualidade do ambiente e das populações tradicionais de ambientes costeiros.

A utilização das tecnologias desenvolvidas a partir de pesquisas para o controle e/ou prevenção dos impactos por si só não resolve os problemas existentes na carcinicultura; é necessário que essas tecnologias sejam empregadas em conjunto com boas práticas de manejo. Paul & Vogl (2011) corroboram com essa ideia ao afirmarem que práticas melhores são necessárias a fim de estabelecer uma aquicultura sustentável e, consequentemente, fazendas bem administradas, que geram menos impactos. Biao & Kaijin (2007) acrescentam que a sustentabilidade almejada depende de muitos fatores, entre os quais se destacam as políticas e os regulamentos globais, a seleção de espécies, a tecnologia apropriada e o apoio adequado do governo.

Dessa forma, a busca pelo desenvolvimento sustentável desse setor produtivo remete-se ao uso de ferramentas, tais como os sistemas de gestão costeira ambiental, e à busca por uma produção mais limpa (Iles, 2007), incluindo, também, a adequada disposição dos resíduos sólidos ou líquidos contaminados (*e.g.* remoção dos contaminantes), aspecto esse essencial para a sustentabilidade da aquicultura (Henry-Silva & Camargo, 2008). Somente o manejo da fazenda não é suficiente para a prática de um cultivo sustentável, é necessária uma atenção especial aos tanques de cultivo, que são os verdadeiros atores dentro desse cenário, cujo bom desempenho interfere diretamente no pleno funcionamento do cultivo. Dessa forma, a sustentabilidade dos viveiros se embasa na sua capacidade de metabolizar a carga orgânica antes que atinja o ponto de deterioração, que pode afetar o desenvolvimento e o crescimento de camarões e peixes (Avnimelech *et. al*., 2004). Colocando em prática o que foi sugerido acima, o funcionamento sustentável como um todo da fazenda fica garantido.

Devido à inter-dependência da relação qualidade ambiental e aquicultura (Biao & Kaijin, 2007), é necessário que a carcinicultura tenha seu crescimento atrelado a práticas que reduzam e/ou minimizem os impactos negativos da atividade. Além disso, é

necessário o estímulo ao fomento da aquicultura, levando em consideração os aspectos socioculturais, econômicos, tecnológicos e ambientais, bem como a redução dos períodos de produção (Camargo & Pouey, 2005).

Considerações finais

A carcinicultura é uma atividade rentável que pode ser uma alternativa importante para suprir a carência protéica mundial, porém está frequentemente associada a impactos ambientais e socioeconômicos. No Brasil, essa atividade desenvolveu-se bastante, e, atualmente, existem tecnologias que podem ser aplicadas em todas as etapas de produção, minimizando os potenciais impactos negativos ao mesmo tempo em que promovem um aumento na produtividade. Além disso, leis foram elaboradas com o intuito de controlar a implantação, assim como as demais etapas do cultivo, com inúmeras diretrizes que visam tanto à produtividade como à preservação ambiental. Entretanto, a ilegalidade, a falta de fiscalização e a busca por lucro imediato potencialmente causam a não utilização de tecnologias apropriadas e uma menor responsabilidade socioambiental. Esses fatores somados contribuem para que a carcinicultura continue a ser associada com a degradação ambiental, assim como com impactos sociais importantes.

Para que a carcinicultura continue sendo lucrativa e torne-se sustentável, faz-se necessário o investimento em pesquisa, tecnologia e inovação. Adicionalmente, é necessária uma maior interação dos órgãos reguladores e fiscalizadores com os produtores, principalmente os pequenos empreendedores, que, muitas vezes, desçonhecem os métodos e os procedimentos adequados de cultivo. A indústria da carcinicultura precisa melhorar suas práticas de manejo de forma a estabelecer o cultivo sustentável e minimizar os potenciais efeitos negativos de ordem socioeconômica e ambiental.

Agradecimentos

V. Hatje e F. Barros agradecem ao CNPq pela concessão de bolsa. L.F. Ribeiro agradece a bolsa concedida pela FAPESB. Os autores agradecem os comentários dos dois revisores anónimos.

Referências Bibliográficas

ABCC (2004) - *Código de Conduta e de Boas Práticas de Manejo para uma Carcinicultura Ambientalmente Sustentável e Socialmente Responsável*. 2 ed., 18p., ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão, Recife, PE, Brasil. Disponível em http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/234/arquivos/ABCC - BPM Fazendas.pdf

Abreu, M.C.S. de.; Mattos, P. de.; Lima, P.E.S.; Padula, A.D. (2011) - Shrimp farming in coastal Brazil: Reasons for market failure and sustainability challenges. *Ocean & Coastal Management*, 54(9):658-667. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2011.06.012

Ahn, P.T.; Kroeze, C.; Bush, S.R.; Mol, A.P.J. (2010) - Water pollution intensive brackish shrimp in south-east Vietnam: Causes and options for control. *Agricultural Water Management*, 97(6):872-882. DOI: 10.1016/j.agwat.2010.01.018

Alam, S.M.N.; Lin, C.K.; Yakupitiyage, A.; Demaine, H.; Phillips, M.J. (2005) - Compliance of Bangladesh shrimp culture with FAO code of conduct for responsible fisheries: a development challenge. *Ocean & Coastal Management*, 48(2):177–188. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2005.01.001

Alonso-Rodriguez, R.; Páez-Osuna, F. (2003) - Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture*, 219(1-4):317-336. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00509-4

Araripe, H.G.A.; Lopes, J.P.; Bastos, M.E.G. (2006) - Aspectos do licenciamento ambiental da carcinicultura na APA do delta do Parnaíba. *Ambiente & Sociedade* (ISSN: 1809-4422), 9(2):143-173, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/asoc/v9n2/v9n2a08.pdf

Avnimelech, Y; Ritvo, G.; Kochva, M. (2004) – Evaluating the active redox and organic fractions in pond bottom soils: EOM, easily oxidized material. *Aquaculture*, 233(1- 4):283–292. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2003.10.039

Azevêdo, V.C.R. (2005) - *Carcinicultura: parâmetros integrativos como instrumentos de prevenção de impactos*. 160p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil. Disponível em http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/dissertacoes/dis_veronica_cristina.pdf

Badiola, M.; Mendiola, D.; Bostock, J. (2012) - Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. *Aquacultural Engineering*, 51:26–35. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2012.07.004

Baldi, M.; Lopes, F. (2008) - Primar orgânica: inovação em tempos de crise. *Cadernos EBAPE.BR*, 6(3):1-16. DOI: 10.1590/S1679-39512008000300005

Balmford, A.; Bruner, A.; Cooper, P.; Costanza, R.; Farber, S.; Green, R.E. Jenkins, M.; Jefferiss, P.; Jessamy, V.; Madden, J.; Munro, K.; Myers, N.; Naeem, S.; Paavola, J.; Rayment, M.; Rosendo, S.; Roughgarden, J.; Trumper, H.; Turner, R.K. (2002) - Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, 297(5583):950–953. DOI: 10.1126/science.1073947

Barbier, E.B. (2006) - Natural barriers to natural disasters: replanting mangroves after the tsunami. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(3):124–131. DOI: http://dx.doi.org/10.1890/1540-9295(2006)004%5b0124:NBTNDR%5d2.0.CO;2

Barbier, E. B.; Strand, I. (1998) - Valuing mangrove fishery linkages: a case study of Campeche, Mexico. *Environmental and Resource Economics,*12(2):151-166. DOI: 10.1023/A:1008248003520

Barros, S.R.R.C. de. (2006) - *Estudo da partição de metais traço em uma linha d'água de um tanque de cultivo de camarão marinho do município de Santa Rita - PB*. 94p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil. Disponível em http://www.ppgq.quimica.ufpb.br/dissertacoes/Dissertacao_Sara_Regina_Carneiro.pdf

Barton, M.D. (2000) Antibiotic use in animal feed and its impact on human health.*Nutrition Research Reviews*,13(2):279–299. DOI: 10.1079/095442200108729106

Bezerra, M.A. (2010) - A retomada da carcinicultura no Brasil: vivemos uma nova realidade econômico-financeira nas unidades

produtoras de camarões no Nordeste Brasileiro? *Panorama da Aquicultura* (ISSN: 1519-114), 20(121):54-59, Laranjeiras, RJ, Brasil.

Biao, X. (2008) - The development of and prospects for organic aquaculture worldwide. *Outlook on Agriculture*, 37(4):255-260. DOI: 10.5367/000000008787167718

Biao, X.; Kaijin, Y. (2007) - Shrimp farming in China: operating characteristics, environmental impact and perspectives. *Ocean Coastal Management*, 50(7):538-550. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2007.02.006

Boscolo, W.R.; Feiden, A.; Neu, D.H.; Dieterich, F. (2012) - Sistema orgânico de produção de pescado de água doce. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* (ISSN: 1519- 9940), 13(2):578-590. Disponível em http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/2541/1351

Bostock, J.; McAndrew, B; Richards, R.; Jauncey, K.; Telfer, T.; Lorenzen, K.; Little, D.; Ross, L.; Handisyde, N.; Gatward, I; Comer, R. (2010) - Aquaculture: Global status and trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological*. 365(1554):2897-2912. DOI: 10.1098/rstb.2010.0170

Brummett, R. E. (2003) - Aquaculture and Society in the New Millennium. *World Aquaculture Magazine* (ISSN: 1041-5602), 34(1):51-59, *World Aquaculture Society*, Baton Rouge, LA, U.S.A., Disponível em https://www.was.org/magazine/ArticleContent.aspx?Id=111

Burford, M.A.; Thompson, P.J.; McIntosh, R.P.; Bauman, R.H.; Pearson, D.C. (2003) – Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*. 219(1-4):393–411. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00575-6

Camargo, S.G.O.; Pouey, J.L.O.F. (2005) - Aquicultura - um mercado em expansão. *Revista Brasileira Agrociência* (*ISSN*0104-8996), 11(4):393-396, Pelotas, RS, Brasil. Disponível em http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v11n4/artigo01.pdf

Carvalho, R. (2005) - *Camarões marinhos: gestão de qualidade e rastreabilidade na fazenda. Associação Brasileira dos Criadores de Camarão*. 1 ed., 96p., ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão, publicação eletrônica, Recife, PE, Brasil. Disponível em http://www.ongprojetocidam.org.br/arquivos_upload/CamaroesMarinhosGestaodeQualidade-Grande.pdf

Castro, A.A., Pagani, G.D. (2004) - Secagem e composição química da cabeça de camarão *(Litopenaeus vannamei* Boone) a diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* (ISSN 1517-8595), 6(2):123- 129. Campina Grande, PB, Brasil. Disponível em http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev62/Art623.pdf

Cavalcanti, L.E. (2012) - Aspectos geoambientais da carcinicultura no Rio Grande do Norte e seus desdobramentos legais: a implementação da licença ambiental em defesa do meio ambiente**.** *Revista dos Estudantes de Direito da UnB* (ISSN 2177-6458), 10-E (Especial Eletrônica):71-88, Brasília, DF, Brasil. Disponível em http://periodicos.bce.unb.br/index.php/redunb/article/view/7121/5614

Chen, J.; Lin, C. (2001) - Toxicity of copper sulfate for survival, growth, molting and feeding of juveniles of the tiger shrimp *Penaeus monodon***.** *Aquaculture*, 192(1):55- 65. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00442-7

Constanzo, S.D.; O'Donohue, M.J.; Dennison, W.C.(2004) - Assessing the influence and distribution of shrimp pond effluent in a tidal mangrove creek in northeast Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 48(5-6):514–525. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2003.09.006

Costa, R.B. (2009) - Importância Econômica, Social e Impactos Ambientais da Carcinicultura: Estudo de Caso em Fazenda do Município de Acaraú, Ceará. 83p., Monografia de Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível em http://www.lemos.pro.br/admin/artcientifico/12472530284a579224c6f0c.pdf

Costa, W.M. (2004) - Efeito da proteína vegetal na qualidade de água dos efluentes da carcinicultura. 69p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Disponível em http://www.pgpa.ufrpe.br/Trabalhos/2004/T2004wmc.pdf

Crab, R.; Avnimelech, Y.; Defoirdt, T.;Bossier, P.; Verstraete, W. (2007) - Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, 270(1-4):1–14. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.05.006

Ellison, A.M. (2008) - Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: moving beyond roving banditry. *Journal of Sea Research*, 59(1–2):2–15. DOI: 10.1016/j.seares.2007.05.003

FAO (1995) – *Code of conduct for responsible fisheries*. 49p., FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Itália. ISBN: 9251038345. Disponível em http://ftp.fao.org/docrep/fao/005/v9878e/v9878e00.pdf

FAO (2002) – *The state of food insecurity in the world*. 4th ed., 134 p., FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Itália. ISBN: 9251048150. Disponível em: http://www.fao.org/docrep/005/y7352e/y7352e00.htm

FAO (2006) - *State of World Aquaculture. Inland Water Resources and Aquaculture Service*. 134p., FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Itália. ISBN: 978-92-5-105631-8.Disponível em: http://fao.org/docrep/fao/009/a0874e/a0874e00.pdf

Figueirêdo, M.C.B. de.; Araújo, L.F.P.; Rosa, M.F.; Morais, L.F.S.de.; Paulino, W.D.;Gomes, R.B. (2006) – Impactos ambientais da carcinicultura de águas interiores. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental* (*ISSN* 1809-4457), 11(3):231-240, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/esa/v11n3/a06v11n3.pdf

Flaherty, M.; Karnjanakesorn, C. (1995) – Marine shrimp aquaculture and natural resource degradation in Thailand. *Environmental Management*, 19(1):27-37. DOI: 10.1007/BF02472001

Gál, D.; Szabó, P.; Pekár, F.; Váradi, L. (2003) – Experiments on the nutrient removal and retention of a pond recirculation system. *Hydrobiologia*, 506-509(1):767- 772. DOI: 10.1023/B:HYDR.0000008589.46810.af

Garcia, C. (2012) - Ibama participa de operação de combate à carcinicultura irregular. *In: Notícias Ambientais*, portal eletrônico do IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília, DF, Brasil. Disponível em http://www.ibama.gov.br/publicadas/ibama-participa-de-operacao-de-combate-acarcinicultura-irregular

Gosavi, K.; Sammut, J.; Gifford, S.; Jankowski, J. (2004) - Macroalgal biomonitores of trace metal contamination in acid sulfate soil aquaculture ponds. *Science of the Total Environment* (*ISSN* 0048-9697), 324(1-3):25-39. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2003.11.002

Gräslund, S.; Bengtsson, B-E.(2001) - Chemicals and biological products used in south-east Asian shrimp farming, and their potential impact on the environment - a review. *The Science of the Total Environment*, 280(1-3):93-131. DOI: 10.1016/S0048-9697(01)00818-X

Gutierrez-Wing, M.T.; Malone, R.F. (2006) – Biological filters in aquaculture: trends and research directions for freshwater and marine applications. *Aquacultural Engineering*, 34(3):163–171. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2005.08.003

Hadlic, G.M.; Ucha, J.M. (2009) - Apicuns: aspectos gerais, evolução recente e mudanças climáticas globais. *Revista*

Brasileira de Geomorfologia (ISSN: 2236-5664),10(2):13-20, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível em http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/download/126/120

Henry-Silva, G.G.; Camargo, A.F.M. (2008) – Impacto das atividades de aqüicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso**.** *Boletim do Instituto de Pesca* (ISSN 1678-2305), 34(1):163–173, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/34_1_163-173.pdf

Hossain, S.; Khan, Y.S.A. (2001) - Trace metals in Penaeid shrimp and Spiny lobster from the Bay of Bengal. *Science Asia* (ISSN 1513-1874), 27: 165-168, Bangkok, Thailand. Disponível em http://www.scienceasia.org/2001.27.n3/v27_165_168.pdf

Iles, A. (2007) - Making the seafood industry more sustainable: creating production chain transparency and accountability. *Journal of Cleaner Production*,15(6):577–589. DOI: 10.1016/j.jclepro.2006.06.001

IBAMA (2005) - Diagnóstico da Atividade de Carcinicultura no Estado do Ceará. IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível em http://sispub.oktiva.com.br/oktiva.net/anexo/13454

IMA (2009) - *Mapeamento de empreendimentos de carcinicultura no litoral baiano – Julho de 2007 a Junho de 2009*. Relatório Técnico. IMA - Instituto do Meio Ambiente, Salvador, BA, Brasil

IFOAM (s/d) - *The Principles of Organic Agriculture*. International Federation of Organic Agriculture Movements, Bonn, Germany. In: http://infohub.ifoam.org/en/what-organic/principles-organic-agriculture

Jackson, C.; Preston, N.; Burford, S.A.; Thompson, P.J. (2003) - Managing the development of sustainable shrimp farming in Australia: the role of sedimentation ponds in treatment of farm discharge water. *Aquaculture*, 226(1-4):23-34. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00464-2

Jahan, H. (2013) – *Towards sustainable development of shrimp farming in Bangladesh: The economy versus the environment*. 167p., Tese de Doutorado. Universidade de Sidnei. Austrália. Disponível em http://ses.library.usyd.edu.au//bitstream/2123/9492/3/Amended thesis_Hasneen Jahan.pdf

Jakob, G.S.; Pruder, G.D.; Wang, J. (1993) - Growth trial with the American oyster *Crassostrea virginica* using shrimppond water as feed. *Journal of World Aquaculture Society*, 24(3):344 – 351. DOI: 10.1111/j.1749-7345.1993.tb00166.x

Jones, A.B.; O'Donohue, M.J.; Udy, J.; Dennison, W.C. (2001) - Assessing ecological impacts of shrimp and sewage effluent: Biological indicators with standard water quality analyses. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52(1):91-109. DOI: 10.1006/ecss.2000.0729

Kubitza, F. (2006) - Sistemas de Recirculação:Sistemas fechados com tratamento e reuso da água. *Panorama da Aqüicultura* (ISSN 1519-1141), 16(95):15-22, Laranjeiras, RJ, Brasil. Disponível em http://www.acquaimagem.com.br/aquagenetica/site/wp-content/principios_sistema_recirculacao.pdf

Kungvankij, P.; Chua, T.E.; Pudadera, B.J.; Tiro, L.B.; Corre, G.; Potestas, I; O., Borlongan Alava, E.; Taleon, G.A.; Paw, J.N. (1989) – *Shrimp Culture: Pond Deign, Operation and Management*. 68p., NACA Training Manual Series n.2, FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC), Bangkok, Thailand. Disponível em http://www.fao.org/docrep/field/003/ac210e/ac210e00.HTM

Lacerda, L.D.; Santos, J.A.; Madrid, R.M. (2006) – Copper emission factors from intensive shrimp aquaculture. *Marine Pollution Bulletin*. 52(12):1823-1826. DOI: 10.1590/S1519-69842009000400012

Lacerda, L.D; Santos, J.A.; Lopes, D.V. (2009) - Fate of copper in intensive shrimp farms: bioaccumulation and deposition in pond sediments. *Brazilian Journal of Biol*ogy, 69(3):851-858.DOI: 10.1590/S1519-69842009000400012

Lacerda, L.D.; Soares, T.M.; Costa, B.G.B.; Godoy, M.D.P. (2011) - Mercury emission factors from intensive shrimp aquaculture and their relative importance to the Jaguaribe River Estuary, NE Brazil. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 87:657–661. DOI: 10.1007/s00128-011-0399-4

Latorre, S. (2012) – *Territorialities of Power in the Ecuadorian Coast: The Politics of an Environmentally Dispossessed Group*. 30p., desiguALdades.net – Research Network on Interdependent Inequalities in Latin America, Working Paper Series, No. 23, Berlin, Germany. Disponível em http://edocs.fu-berlin.de/docs/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDOCS_derivate_000000001950/WP_23_Latorre_Online.sonid=03048BC1E8413BE31AFD2270C0A5CD25?hosts=

Le, T.X.; Munekage, Y. (2004) - Residues of selected antibiotics in water and mud from shrimp ponds in mangrove areas in Viet Nam. *Marine Pollution Bulletin*, 49(11-12):922– 929. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2004.06.016

Lien, M.; Anthony, R. (2007) - Ethics and the politics of food. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 20(5):413-417. DOI: 10.1007/s10806-007-9049-6

Lin, Y-F.; Jing, S-R.; Lee, D-Y.; Wang, T-W.(2002) – Nutrient removal from aquaculture wastewater using a constructed wetlands system. *Aquaculture*, 209(1-4):169–184. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00801-8

Lynch, J.M.; Moffat A.J. (2005) - Bioremediation – prospects for the future application of innovative applied biological research. *Annals of Applied Biology*, 146(2):217-221.DOI: 10.1111/j.1744-7348.2005.040115.x

Mamani, M.C.V. (2007) - *Desenvolvimento e validação de métodos para a determinação de antimicrobianos em leite e fármacos usando a cromatografia líquida de alta eficiência e eletroforese capilar*. 208p., Dissertação de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. Disponível em http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/vtls000416794.pdf

Martins, C.I.M.; Eding, E.H.; Verdegem, M.C.J.; Heinsbroek, L.T.N.; Schneider, O.; Blancheton, J.P.; Roque d'Orbcastel, E.; Verretha, J.A.J. (2010) – New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43(3):83–93. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2010.09.002

Mcintosh, B.J.; Samocha, T.M.; Jones, E.R.; Lawrence, A.L.; Mckee, D.A. (2000) - The effect of a commercial bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vanammei* with low-protein diet on outdoor tank system and no water exchange. *Aquacultural Engineering*, 21(3):215-227. DOI: 10.1016/S0144-8609(99)00030-8

Meirelles, A.J.A. (2005) - Riscos sócio-ambientais ao longo da zona costeira. *Simpósio Riscos Naturais e Antropicos na Zona Costeira*, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível em http://www.sbpcnet.org.br/livro/57ra/programas/CONF_SIMP/textos/antoniomeireles.htm

Meireles, A.J.A.; Queiroz, L. (2010) - A monocultura do camarão: danos socioambientais à base da vida comunitária tradicional no litoral do Nordeste brasileiro. *In:*Andréa Zhouri & Klemens Laschefski (org.), *Desenvolvimento e Conflitos Ambientais*, pp.224-249, Editora UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), Belo Horizonte, MG, Brasil. ISBN: 978-857041749. Disponível em http://wp2.oktiva.com.br/portaldomarbd/files/2010/08/A-Monocultura-do-camarao-jeovah-e-Luciana.pdf

Mialhe, F; Gunnell, Y.; Mering, C. (2013) – The impacts ofshrimp farming on land use, employment and migration in Tumbes,

northern Peru. *Ocean & Coastal Management*, 73:1-12. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2012.12.014

Milanese, M.; Chelossi, E.; Manconi, R.; Sara, A.; Sidri, M.; Pronzato, P. (2003) – The marine sponge *Chondrilla núcula* (Schmidt, 1862) as an elective candidate forbio remediation in integrated aquaculture. *Biomolecular Engineering*, 20(4-6):363-368. DOI: 10.1016/S1389-0344(03)00052-2

MPA. (2011) - Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura.Brasil 2008-2009. 99p., MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura Brasília, DF, Brasil. In: http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Publicidade/anuário da pesca completo2.pdf

Moles, P.; Bunge, J. (2002) - *Shrimp Farming in Brazil: An Industry Overview*. 26p., Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Disponível em: http://library.enaca.org/Shrimp/Case/Latin America/Brazil/ShrimpFarmingBrazil.pdf

Nascimento, I.A. (2007) – Manguezal e carcinicultura: o conflito da ecocompatibilidade. *Revista Diálogos e Ciência* (ISSN 1678-0493), 5(10):1-15, Salvador, BA, Brasil. Disponível em http://dialogos.ftc.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=88&Itemid=15

Natori, M.M.; Sussel, F.R.; Santos, E.C.B. dos.; Previero, T. De C.; Viegas, E.M.M.; Gameiro, A.H. (2011) - Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo: avanços tecnológicos e desafios. *Informações Econômicas* (*ISSN*0100-4409), 41(2):61-73, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/ie/2011/tec6-0211.pdf

Naylor, R.L.; Goldburg, R.J.; Primavera, J.H.; Kautsky, N.; Beveridge, M.C.M.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H.; Troell, M. (2005) - Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405:1017-1024. DOI: 10.1038/35016500

Neiland, A.E.; Soley, N.; Varley, J.B.; Whitmarsh, D.J. (2001) - Shrimp aquaculture: economic perspectives for policy development. *Marine Policy*, 25(4):265–279. DOI: 10.1016/S0308-597X(01)00017-3

Nóbrega, G.N.; Ferreira, T.O.; Romero, R.E.; Marques, A.G.B.; Otero, X.L. (2013) - Iron and sulfur geochemistry in semi-arid mangrove soils (Ceará, Brazil) in relation to seasonal changes and shrimp farming effluents. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(9):7393–7407. DOI: 10.1007/s10661-013-3108-4

Nomen, R.; Sempere, J.; Chávez, F.; López, N.A.de.; Rovira, M-D.(2012) - Measurement of pollution levels of organochlorine and organophosphorus pesticides in water, soil, sediment, and shrimp to identify possible impacts on shrimp production at Jiquilisco Bay. *Environmental science and pollution research international*, 19(8):3547–3555. DOI: 10.1007/s11356-012-0916-y

Nunes, A.J.P.; Gesteira, T.C.V.; Goddard, S. (1997) – Food consumption and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, 149(1-2):121-136. DOI: 10.1016/S0044-8486(96)01433-0

Nunes, A.J.P. (2001) - Alimentação para camarões marinhos (Parte II). *Panorama da Aquicultura* (ISSN 1519-114),11(63):13-23. Laranjeiras, RJ, Brasil. Disponível em http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/revistas/63/manualcamaraoParteII.asp

Oliveira, R.C.de. (2009) - O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade* (ISSN 1984-3577), 2(1):71–89. São Paulo, SP, Brasil. Disponível em http://intertox.com.br/phocadownload/Revinter/v2n1 /rev-v02-n01-05.pdf

Padel, S. (2001) - Conversion to organic farming: a typical example of the diffusion of an innovation? *Sociologia Ruralis*, 41(1):40-61. DOI: 10.1111/1467-9523.00169

Páez-Osuna, F. (2001) - The environmental impact of shrimp aquaculture a global perspective. *Environmental pollution*, 112(2):229-231. DOI: 10.1016/S0269-7491(00)00111-1

Paéz-Osuna, F.; Flores-Verdugo, F.; Lyle-Fritch, L.P.; Alonso-Rodríguez, R.; Roque, A.; Ruiz-Fernández, A.C. (2003) - Shrimp aquaculture development and the environment in the Gulf of California ecoregion. *Marine Pollution Bulletin*. 46(7):806-815. DOI: 10.1016/S0025-326X(03)00107-3

Paul, B.G.; Vogl, C.R. (2011) - Impacts of shrimp in Bangladesh: Challenges and alternatives. Review. *Ocean & Coastal Management*, 54(3):201-211. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2010.12.001

Piedrahita, R.H. (2003) - Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture,* 226(1-4):35–44. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00465-4

Pillay, T.V.R.; Kutty, M.N. (2005) - *Aquaculture: Principles and practices*. 640p., Wiley-Blackwell Publishing, Oxford, U.K. ISBN: 1405105321.

Poersch, L.H.S. (2004) - *Aquacultura no estuário da Lagoa dos Patos e sua influência sobre o meio ambiente*. 146p., Tese Doutorado, Fundação Universidade Rio Grande Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. *Não Publicado*.

Pontes, C.S.; Arruda, M.F. (2005) - Artificial food access and digestive tract filling of juvenil marine shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) during light and dark phases in 24-hour period. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4):1039-1043. DOI: 10.1590/S0101-81752005000400032

Primavera, J.H. (1997) - Socio-economic impacts of shrimp culture. *Aquaculture Research*. 28(10):815-827. DOI: 10.1046/j.1365-2109.1997.00946.x

Primavera, J.H. (2006) - Overcoming the impacts of aquaculture on the coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, 49(9-10):531–545. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2006.06.018

Pullin, R.S.V.; Rosenthal, H.; Maclean, J.J. (Eds.) (1992) – *Environment and aquaculture in developing countries*. Conference on Environment and Aquaculture in Developing Countries, Contribution nº 941, 359p., International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines / Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Frankfurt, Germany. ISBN: 971-8709-05. Disponível em http://www.worldfishcenter.org/libinfo/Pdf/Pub CP6 31.pdf

Quaglia, L.J.C. (1993) - *Estudo da qualidade da água do canal de Taperoá (Valença-Ba): Implicações na carciniculturamarinha*. 118p., Tese de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador, Bahia, Brasil. *Não publicado*.

Queiroz, L.; Rossi, S.; Meireles, J.; Coelho, C. (2013) - Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970 - 2012: Trends after mangrove forest privatization in Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 73:54-62. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2012.11.009

Read, P.; Fernandes, T. (2003) - Management of environmental impacts of marine aquaculture in Europe. *Aquaculture*, 226(1-4):139–163. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00474-5

Rocha, I.P.; Rodrigues, J.; Amorim, L.A. (2004) - Carcinicultura Brasileira em 2003. *Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC)*, 6(1):30-36, Natal, RN, Brasil. Disponível em http://issuu.com/tfds1/docs/revista_abcc_mar__o_2004

Santos, P.N. (2009) - *Validação de metodologias para determinação de antimicrobianos em pescado por cromatografia líquida de alta eficiência*. 84p., Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Disponível em http://200.17.137.108/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=759

Sahu, B. C.; Adhikari, S.; Dey, L. (2013) - Carbon, nitrogen and

phosphorus budget in shrimp(*Penaeus monodon*) culture ponds in eastern India. *Aquaculture International*, 21(2):453 – 466. DOI: 10.1007/s10499-012-9573-x

Sammut, J.; White, I.; Melville, M. D. (1996) – Acidification of an estuarine tributary in eastern Australia due to drainage of acid sulfate soils. *Marine and Freshwater Research*, 47(5):669-684. DOI: 10.1071/MF9960669

Smith, D. M.; Burfod, M. A.; Tabrett, S. J.; Irvin, S. J.; Ward, L. (2002) - The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, 207(1-2):125–136. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00757-8.

Sotomayor, M.A.; Balcázar, L.J. (2003) - Inhibición de vibrios patógenos de camarón por mezclas de cepas probióticas. *Revista AquaTic*(ISSN 1578-4541), 9:9- 15, Madrid, Espanha. Disponível em: http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/19_2.pdf

Souza, M.C.M.B.N. (2013) - *Impacto de efluentes de carciniculturas na qualidade de água e sedimento: Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.* 48p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil. *Não publicado*.

Summerfelt, S.T.; Sharrer, M.J.; Tsukuda, S.M.; Gearheart, M. (2009) - Process requirements for achieving full-flow disinfection of recirculating water using ozonationand UV irradiation. *Aquaculture Engineering*, 40(1):17–27. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2008.10.002

Tal, Y.; Schreier, H.J.; Sowers, K.R.; Stubblefield, J.D.; Place, A.R.; Zohar, Y. (2009) - Environmentally sustainable land-based marine aquaculture. *Aquaculture*, 286(1- 2):28–35. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.08.043

Thompson, F.L.; Abreu, P.C.; Wasielesky, W. (2002) - Importance of biofilmfor water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203(3-4):263– 278. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00642-1

Toro, C.R. (2005) - *Uso de bactérias lácticas probióticas na alimentação de camarões Litopenaeus vannamei como inibidoras de microrganismos patogênicos e estimulantes do sistema imune*. 173p., Tese de Doutorado,Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. Disponível em http://www.bioprocessos.net.br/docs/Tese-CRISTINATORO-2005.pdf

Verdegem, M.C.J.; Bosma, R.H.; Verreth, J.A.J. (2006) - Reducing water use for animal production through aquaculture. *International Journal of Water Resources Development*, 22(1):101–113. DOI: 10.1080/07900620500405544

Visuthismajarn, P.; Vitayavirasuk, B.;Leeraphante, N.; Kietpawpan, M. (2005) - Ecological risk assessment of abandoned shrimp ponds in Southern Thailand. *Environmental Monitoring and Assessment*, 104(1-3):409– 418. DOI: 10.1007/s10661-005-1681-x

Wu, J-P.; Chen, H-C.(2005) - Effects of Cadmium and Zinco on the growth, food, consumption, and nutritional conditions of the white shrimp *Litopeneaus vannamei* (Boone). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 74(2):234–241. DOI:10.1007/s00128-004-0575-x

Yamprayoon, J.; Sukhumparnich, K. (2010) - Thaiaquaculture: achieving quality and safety through management and sustainability. *Journal of the World Aquaculture Society,* 41(2):274-280. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2010.00355.x

Legislação referida

Brasil:

Resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002. Dispõe sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brasil. Publicada no DOU de 18/10/2002. Disponível em http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31202.html

Decreto nº 24.548 de 3 de julho 1934. Aprova o Regulamento do Serviço de Defesa Sanitária Animal. Coleção de leis do Brasil de 1934. Presidência da República, Casa Civil, Brasília, DF, Brasil. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D24548.htm

Decreto-Lei Nº 986 de 21 de outubro de1969. Institui normas básicas sobre alimentos. Presidência da República, Casa Civil, Brasília, DF, Brasil. Publicado no D.O.U. de 21.10.1969. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del0986.htm

Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Presidência da República, Casa Civil, Brasília, DF, Brasil. Publicada no DOU de28.5.2012. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

Chile:

Ley 19300/94. Ley sobre bases generales del medio ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidência, Santiago, Chile. Disponível em http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30667

Decreto N° 90. Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Fecha Promulgación: 30-MAY-2000.Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago, Chile. Disponível em http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=182637

Decreto n° 1. Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática. Fecha Promulgación: 06-ENE-1992.

Presidencia da Republica, Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaria de Marina. Santiago, Chile. Disponível em http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=7232

China:

Marine Environment Protection Law 1982. The Standing Committee of the National People's Congress Order nº9. Ministry of Environmental Protection the People's Republic of China. China. Disponível em http://english.mep.gov.cn/Policies_Regulations/laws/environmental_laws/200710/t20071009_109912.htm

Law on the Prevention and Control of Water Pollution 1984/1996. Order of the President of the People's Republic of China No.87, adopted on May 11, 1984;amended on May 15, 1996,Ministry of Environmental Protection.China. Disponível em http://www.china.org.cn/english/environment/34325.htm

Rules for implementation of the the prevention and control of water pollution (Decree No.1).Promulgated on July 12, 1989.Consolidation on March 20, 2000.State Bureau of the Environment Protection.Pequim, China. Disponível em http://www.asianlii.org/cn/legis/cen/laws/rfiottpacowp777

Equador:

Decreto Nº 1.732.Modifica el Reglamento general a la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero (25 May 2009). Registro Oficial No. 606

- Viernes 05 de Junio de 2009, Presidente Constitucional de La Republica Del Ecuador. Disponível em http://faolex.fao.org/docs/texts/ecu92570.doc

México:

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 19p., Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000,Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México, México. Disponível em http://www.ibiologia.unam.mx/reserva/leyes/pdf/4.pdf

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-486_Barbieri.pdf | DOI:10.5894/rgci486

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

Assessment of environmental impacts and socio-economic aspects of aquaculture inthe region estuarine-lagoon of Cananea, São Paulo, Brazil

Edison Barbieri [@, 1]; Hélcio Luiz de Almeida Marquez [1];
Marcos Buhrer Campolim [2]; Patrícia Ishisaki Salvarani [3]

RESUMO

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

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

ABSTRACT

The objective of this work is to introduce reflections on the environmental impacts of the aquaculture and analyze interventions in the estuary of Cananéia. The assessment of impacts was analyzed in existing aquaculture ventures and initiatives that did no continue in the estuarine lagoon area of the city of Cananéia, located on the southern coast of São Paulo State, approximately 270 km of the capital of this state. Part of the data to make the survey was obtained from field work to assess the crops, and through interviews conducted between the years 2009 and 2010, representatives of seven productive Oyster family communities, where each producer constituted a unit sample of environmental impact of technology. Other data were collected in the literature and on the basis of facts available. In addition, the cause-effect matrix was used, identifying the classification of the impacts generated by mariculture as High (S), Medium (M) and Low (B) depending on the analyses performed. The results were: Cultivation of mangrove oysters in trays - low impact; Cultivation of fish cobia - medium impact; Cultivation of exotic Oyster – low impact; Mussel cultivation of Costão - low impact; Pink shrimp cultivation - medium impact; Cultivation of exotic shrimp - medium impact Mariculture in Cananéia displays actual potential impactsclassified as

[@] Corresponding author: Edison Barbieri <medisonbarbieri@yahoo.com>

[1] Instituto de Pesca-APTA-SAA/SP, Caixa Postal 157, Cananéia, SP, 11990-000, Brasil.

[2] Instituto Florestal – Secretaria do meio Ambiente – Governo do Estado de São Paulo.

[3] Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago - 3810-193 Aveiro, Portugal

** Submission: 10 January 2014; Peer review: 8 FEB 2014; Revised: 17 FEB 2014; Accepted: 4 APR 2014; Available on-line: 23 MAY 2014*

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

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

1. Introdução

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

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

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

O rápido crescimento representou formas diversas de desenvolvimento, variando desde sistemas familiares, com baixa necessidade de investimentos e utilizando tecnologias rudimentares, a grandes empreendimentos, com altos investimentos e sofisticação tecnológica. Tem, ainda, contribuído significativamente para a melhoria dos padrões de vida da população costeira, como também para a balança comercial das regiões produtoras (SEAP, 2004).

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

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

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

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

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

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

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

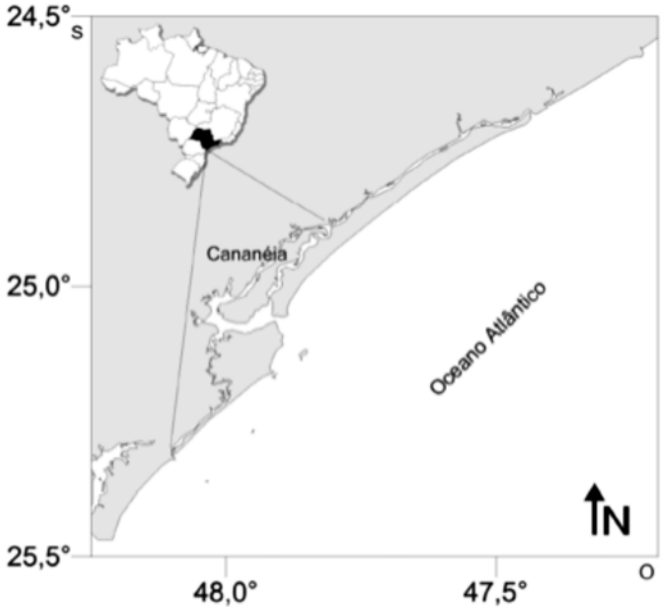

Figura 1 - Localização do estuário de Cananéia.

Figure 1 - Location of Cananéia estuary

2. Material e métodos

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

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

2.1. Classificação dos impactos ambientais gerados pela maricultura

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

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

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

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

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

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

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

Eler (2007) discute critérios de avaliação de impactos ambientais em aquicultura e indica a legislação ambiental brasileira como critério norteador. Como proposta metodológica de classificação de impacto, este estudo tem por base as propostas analisadas e a identificação e tipificação dos potenciais impactos. Definiu-se uma matriz de análise com critérios genéricos quanto à tipificação de impactos, porém focados quanto à magnitude.

Os critérios propostos neste estudo são:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Resultados e discussão

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

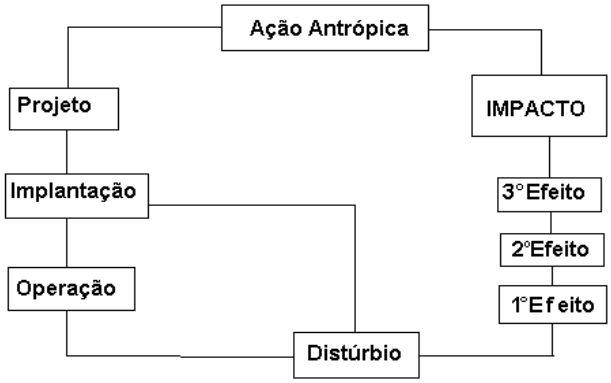

Figura 2 - Fluxograma de perturbações ambientais.

Figure 2 - Flowchart of environmental disturbances.

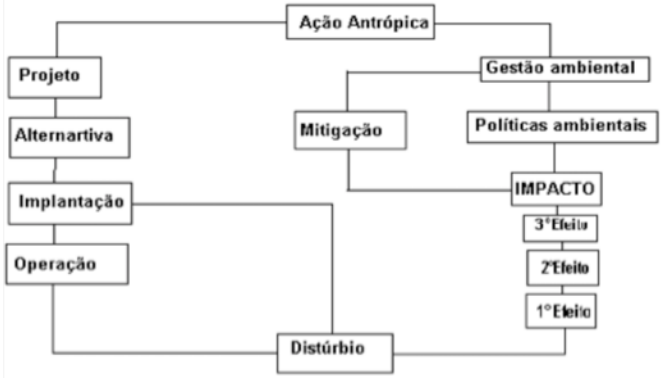

Figura 3 - Fluxograma de perturbações ambientais não lineares.

Figure 3 - Non-linear environmental disturbances flowchart.

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

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

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

3.1. Impactos de cultivos não arraçoados (Moluscos Bivalves)

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

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

É importante frisar que, diferentemente de outras formas de aquicultura que utilizam rações, nenhum alimento consumido por moluscos bivalves é adicionado ao ambiente. Eles se alimentam exclusivamente de partículas que ocorrem naturalmente na coluna da água. Ao mesmo tempo em que grande parte do alimento e dos nutrientes consumidos pelos moluscos retorna ao ambiente como biodepósitos, em um processo conhecido como biodeposição, uma porção significante destes é incorporada aos tecidos do animal, permitindo seu crescimento e sua reprodução. O que não é assimilado é biodepositado no sedimento e passa a servir de alimento para animais detritívoros, incluindo muitos dos vermes e crustáceos, que, por sua vez, servem de alimento para peixes e aves. (Suplicy, 2006).

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

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

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

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

O aumento de matéria orgânica sob os sistemas de cultivos também pode ser incrementado pelo manejo da remoção do "fouling" (organismos incrustantes nos animais e nas estruturas de cultivo), como cracas, ascídias, algas, anêmonas etc. A acumulação de matéria orgânica depende de vários fatores, dentre eles a espécie cultivada, a qualidade da alimentação, o tipo de manejo, as correntes e a profundidade. O substrato sob os cultivos tem maiores concentrações de carbono, nitrogênio e fósforo do que em sedimentos naturais (Enell & Lof, 1985). Adicionalmente, pode ainda ocorrer o desprendimento e a caída ao fundo dos organismos cultivados, aumentando a carga orgânica nesse ambiente. A matéria orgânica acumulada estimula a produção bacteriana, modificando a composição química, a estrutura e as funções dos sedimentos. Alguns efeitos do aumento da carga da matéria orgânica e dos nutrientes nos sedimentos são: a diminuição das concentrações do oxigênio e o aumento da demanda biológica de oxigênio (os sedimentos aumentam sua

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

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

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

3.2. Impactos de cultivos arraçoados

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

Os dejetos da piscicultura e da carcinocultura marinha produzem efeitos tanto na coluna da água como no fundo das instalações do cultivo (Barbieri, 2010; Barbieri & Doi, 2012). Na piscicultura, basicamente, um quarto do nitrogênio da ração consumida é incorporado pelos peixes (Damato & Barbieri, 2011). Os restantes três quartos são liberados no mar, na sua maior parte como compostos dissolvidos (principalmente amônia) (Wu *et al.,* 1993). Esse número é diferente no que diz respeito ao fósforo, do qual apenas um quinto é retido pelos animais, sendo o resto evacuado, principalmente, como matéria particulada. O melhoramento nutricional é uma forma de alterar esses números de uma maneira ambientalmente mais aceitável. O alimento não consumido e desperdiçado para o ambiente representa uma proporção pouco conhecida, geralmente avaliada em aproximadamente 15-20% do total distribuído (Bergheim & Brinker, 2003).

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

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

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

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

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

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

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

Mais recentemente, vem causando preocupação o uso de antibióticos em alimentos destinados à aquicultura, porque a transferência da resistência a antibióticos da bactéria associada ao animal para patógenos humanos tende a aumentar. Embora o tratamento com antibióticos seja, talvez, a maneira mais rápida de responder a uma doença bacteriana na aquicultura, ele também pode ser contraproducente, porque os antibióticos também podem causar um aumento na virulência dos patógenos. Outros estudos correlacionaram a abundância de espécies de fitoplancton tóxicos com a presença de cultivos (Carlsson *et al.,* 1990). Por sua vez, Goudey *et al.* (2001) relatam que o manejo inadequado de peixes e camarões cultivados em espaços confinados, como tanques-rede, pode causar floração de espécies não tóxicas de microalgas, que podem vir a ser prejudiciais aos cultivos devido à competição pelo oxigênio durante a noite.

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

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

3.3. Impacto sobre a vegetação marinha

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

3.4. Impacto da liberação de organismos no ambiente

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

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

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

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

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

3.6. Impacto sobre a população de aves marinhas

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

3.7. Impactos visuais

O impacto visual sobre uma paisagem é geralmente irreversível, e, quando é possível, sua recuperação, os custos e os investimentos necessários não condizem com a realidade socioeconômica de sua população (Duffield & Walker, 1984). Com a degradação paisagística, muitos turistas podem procurar outros locais de lazer. Esse impacto pode ser mitigado por meio da limitação do tamanho das áreas aquícolas e da padronização de cor e material das estruturas de suporte.

3.8. Impactos na pesca comercial e esportiva

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

3.9. Impactos sobre as populações tradicionais

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

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

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

3.10. Impactos antrópicos que colocam em risco atividades de aquicultura

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Cultivos de ostras do mangue em tabuleiros – em andamento:
  Impacto total = (L4+P3+O3+E2+D1+R1) = 14 – Impacto Baixo;
- Cultivo de pexe bijupirá – em andamento:
  Impacto total = (L7+P4+O3+E3+D3+R3) = 23 –

Impacto Médio;

- Cultivo de ostra exótica – inativo
  Impacto total = (L9+P3+O2+E3+D1+R2) = 17 – Impacto Baixo;
- Cultivo de mexilhão do costão – inativo
  Impacto total = (L7+P3+O3+E2+D1+R1) = 17 – Impacto Baixo;
- Cultivo de camarão rosa – inativo
  Impacto total = (L9+P6+O5+E3+D3+R2) = 28 – Impacto Médio;
- Cultivo de camarão exótico – inativo
  Impacto total = (L6+P6+O7+E2+D4+R3) = 28 – Impacto Médio.

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

O cultivo de ostras do mangue pelo sistema de engorda em tabuleiros na região de Cananéia é desenvolvido de forma artesanal e em pequena escala, além de envolver em sua quase totalidade os moradores das próprias comunidades. Esse fato permite a estes o desenvolvimento de uma atividade de vocação natural, estimulando a fixação das populações no litoral e impedindo a migração para outras cidades em busca de emprego. Além disso, a ostreicultura contribui para o fortalecimento das comunidades tradicionais, valorizando a cultura caiçara e aumentando a autoestima da população (Maldonado, 2002). Outros benefícios socioeconômicos do cultivo de moluscos nessa região são: a diversificação de atividades voltadas ao setor pesqueiro, a preservação de ambientes aquáticos, o aumento de opções ao turismo através do turismo gastronômico e o estímulo ao desenvolvimento de serviços de apoio à atividade (redes, cordas etc) (Campolim & Machado, 1997). Até 2005, a Cooperostra (Cooperativa dos Produtores de Ostras de Cananéia) congregava 47 produtores, mas o número total de produtores no município situava-se entre 70 e 80, estes que, embora não vivam exclusivamente da produção de ostras, tiveram com essa atividade uma significativa melhora na sua qualidade de vida (Garcia, 2005). Entretanto, hoje a Coorpeostra conta com apenas 17 associados, com administração centralizada e pouco participativa.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

O desenvolvimento da maricultura deve seguir as orientações do Código de Conduta para o Desenvolvimento Sustentável e Responsável da Malacocultura Brasileira, atendendo às recomendações referentes à instalação e ao posicionamento das áreas aquícolas, à destinação de resíduos; ao impacto visual; ao odor; ao controle de incrustações de organismos competidores no sistema de cultivo; ao uso de embarcações, veículos e estruturas/equipamentos de cultivo; ao padrão de equipamentos e construção; ao uso e armazenamento de substâncias químicas combus-tíveis e lubrificantes; à segurança na navegação; à prática de cultivo e ao manejo e à coleta de sementes do ambiente marinho. Muitas outras medidas mitigatórias estão previstas nas legislações, em planos e políticas de desenvolvimento, como exemplo pode-se citar o Programa Nacional de Sanidade de Animais Aquáticos.

4. Conclusão

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

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

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

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

Referências bibliográficas

Barbieri, E.; Melo, G.A.S. (2006) - Biodiversidade: ocorrência da espécie exótica Litopenaeus Vannamei (Boone, 1931) no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape- Ilha Comprida. *O Mundo da Saúde* (ISSN: 0104-7809), 30(4):654-659, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/41/17_Biodiversidade.pdf

Barbieri, E. (2010) - Acute toxicity of ammonia in white shrimp (Litopenaeus schmitti) (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Aquaculture,* 306(1-4):329–333. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.06.009.

Barbieri, E.; Cavalheiro, F. (1999). Impactos nos microclimas da Ilha Comprida decorrentes da retirada da vegetação. *Boletim Paulista de Geografia* (ISSN: 0006-6079) 76:67-84, São Paulo, SP, Brasil.

Barbieri, E.; Bondioli, A.C.V. (2013). Acute toxicity of ammonia in Pacu fish (Piaractus mesopotamicus, Holmberg, 1887) at different temperatures levels. *Aquaculture Research,* Early View (Online Version published before inclusion in an issue). DOI: 10.1111/are.12203

Barbieri, E.; Doi, S.A. (2012). Acute toxicity of ammonia on juvenile Cobia (Rachycentron canadum, Linnaeus, 1766) according to the salinity.*Aquaculture International,* 20(2):373-382. DOI: 10.1007/s10499-011-9467-3.

Barbieri, E. (2013) - *Biodiversidade: da teoria* à *prática.* 172p., Editora Livre Expressão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 978-85-7984-232-0

Beveridge, M.C.M. (1996) - *Cage Aquaculture.* 2nd edition, 346p., Fishing News Book, Cambridge, MA, U.S.A. ISBN: 0852382359.

Bergheim, A.; Brinker, A. (2003) - Effluent treatment for flow through systems and European environmental regulations. *Aquacultural Engineering,* 27(1): 61-77. DOI: 10.1016/S0144-8609(02)00041-9

Berchez, F.A.S.; Oliveira, E.C. (1992) - Temporal changes in the benthic marine flora of the Baía de Santos, SP, Brazil, over the last four decades. *In*: Cordeiro-Marino, C.; Azevedo, M.T.P.; Sant'anna, C.L.; Tomita, N.Y.; Plastino, E.M. (eds), *Algae and Environment: A General Approach,* pp.120-131, Sociedade Brasileira de Ficologia, São Paulo, SP, Brasil.

Bergheim, A.; Aabel, J.B.; Seymour, E.A.(1991) - Past and present approaches to aquaculture waste management in Norwegian net pen culture operations. *In*: *International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Waste*, pp. 88-95, Guelph, Ontario, Canada.

Buschmann, A.H (2001) - *Impacto ambiental de la acuicultura el estado de la investigacion en Chile y el mundo: un análisis bibliográfico de los avances y restricciones para una producción sustentable en los sistemas acuáticos*. 67p., Terram Publicaciones, Santiago, Chile. Disponível em: http://www.cetmar.org/DOCUMENTACION/dyp/ImpactoChileacuicultura.pdf

Campolim, M. B.; Machado, I.C. (1997) - Proposta de ordenamento da exploração comercial da ostra do mangue Crassostrea brasiliana na região estuarino-lagunar de Cananéia-SP. *Seminário Ciência e Desenvolvimento Sustentado*, pp. 275-287, São Paulo, SP, Brasil.

Carrs, D.N. (1990) - Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farm cages. *Aquaculture,* 90(1):29-40. DOI 10.1016/0044-8486(90)90280-Z.

Carlsson, P.; Graneli, E.; Olsson, P. (1990) – Grazer elimination through poisoning: one of the mechanisms behind Chysochromulina polypis bloom. *In:* E. Graneli, B. Sundstrom, E. Edler & D. Andersson (eds.), *Toxic Marine Phytoplankton,* pp. 116-122, Elsevier Press, New York, NY, USA. ISBN: 044401523X.

Caughley, G.; Gunn, A. (1996) - *Conservation Biology in Theory and Practice*. 459p, Blackwell Science, Cambridge, UK. ISBN: 0865424314.

Cho, C.Y.; Kaushik, S. (1990) - Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *World Review of Nutrition & Dietetics* (ISSN 0084-2230), 61:132-172, Karger, Basel, Suisse.

Clugston, J.P. (1990) - Exotic animals and plants in aquaculture. *Reviews in Aquatic Sciences* (ISSN: 0891-4117), 2(3-4):481-489, CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A.

Cowey, C. B. (1988) - The nutrition of fish: the developing scene. *Nutrition Research Reviews* (ISSN: 0954-4224), 1:255-280, Abeerdeen City, Aberdeen, UK. Disponível em: http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FNRR%2FNRR1_01%2FS0954422488000186a.pdf&code=4f732404108cd5a2ef0a6e06d5ccf9fa

Damato, M. ; Barbieri, E. (2011) . Determinação da toxicidade aguda de cloreto de amônia para uma espécie de peixe (Hyphessobrycon callistus) indicadora regional. *O Mundo da Saúde* (ISSN: 0104-7809), 35(1):42-49, São Paulo, SP, Brasil.

Duffield B.S., Walker S.E. (1984) - The Assessment of Tourism Impact. *In*: Clark, B.D., Gilad, A., Bisset, R., Tomlinson, P. *Perspective on Environmental Impact Assessment,* 210p. DOI 10.1007/978-94-009-6381-8

Enell, M.; Lof, J. (1985) - Changes in sediment phosphorus, iron and manganese dynamics caused by fish farming Impact. *In*: Gulderbrandsen, T.R.; Samin, S., *11th Nordic Symposion on Sediments*, pp.80-89, Estocolmo, Suécia.

Espinoza, G. (2001) - Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de desarrollo – BID Cnetro de Estudios para el Desarrollo – CED. Disponível em: http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/materano/Ambiental/3.pdf

González, M. L.; López, D.A.; Pérez, M.C.; Sanhueza, S.E. (1991) - Efecto de variaciones em las condiciones ambientales, em el aporte de matéria orgánica por fecas em invertebrados marinos. *In*: Oltremari-Arregui, J. (eds.), *Gestión em Recursos Naturales. Un Enfoque Integrado para el Desarrollo,* pp. 248-265, Valdivia, Chile.

Goudey, C.A.; Loverich, G.; Kite-Powell, H.; Costa-Pierce, B.A. (2001) - Mitigating the environmental effects of mariculture through single-point moorings (SPMs) and drifting cages. *Journal of Marine Science*, 58(2):497–503. DOI: 10.1006/jmsc.2000.1033.

Gowen, R.; Bradbury, N. (1987) - The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review* (ISSN: 0078-3218), 25:563-575, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Grant, J.; Hatcher, A.; Scott, D.B.; Pocklington, P.; Schafer, C.T. e Winters, G.V. (1995) - A multidisciplinary approach to evaluating impacts of shellfish aquaculture on benthic communities. *Estuaries*, 18(1): 124-144. DOI 10.2307/1352288.

Guillaume, J. (1986) - Choix des matières premières et fabrication des aliments destinés aux crevettes d'élevage. *In*: Léger, C.L. (ed.), *La Nutrition des Crustacés et des insectes,* pp. 179-190, Colloque CNERNA, Paris, França. Disponível em: http://archimer.ifremer.fr/doc/1987/acte-1408.pdf

Hayashi, L.(2007) - *Cultivo de Kappaphycus alvarezii no litoral de Ubatuba, Estado de São Paulo, Brasil*. 110p., Tese de doutoramento, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. *Não publicado*.

Henderson, R. J.; Forrest, D.A.M.; Black, K.D.; Park, M.T. (1997) - The lipid composition of sea loch sediments underlying salmon cages. *Aquaculture,* 158(1):69-83. DOI: 10.1016/S0044-8486(97)00207-X.

Holmer, M.; Kristensen, E. (1992) - Impact of marine fish cage farming on metabolism and sulfate reduction of underlying sediments. *Marine Ecology Progress Series* (Print ISSN: 0171-8630; Online ISSN: 1616-1599), 80:191-201, Oldendorf/Luhe, Germany. Disponível em: http://www.int-res.com/articles/meps/80/m080p191.pdf.

Jaramillo, E.; Beltrán, C.; Bravo, A. (1992) - Musselbiodeposition in na estuary in southern Chile. *Marine Ecology Progress Series* (ISSN: 1616-1599), 82:85-94, Oldendorf/Luhe, Germany. Disponível em: http://www.int-res.com/articles/meps/82/m082p085.pdf.

Jambrina, L. M. C. (2000) - *Aproximação metodológica ao diagnóstico de áreas litorâneas com aptidão para maricultura: aplicações no Estado de São Paulo*. 340p., Tese de doutoramento, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. *Não publicado*.

Kaushik, S. J. (1992) - Recent trends in the development of high-energy diets for salmonids. In: *Proceedings of the Second International Feed Production Conference* (p. 361-372). Presented at 2. International conference, Piacenza, Italia (1992-02-25 - 1992-02-26).

Kupka-Hansen, P.; Pittman, K.; Ervik, A. (1991) – Organic waste from marine fish farms – effects on the seabed. *In:* Kupka-Hansen P (ed), *Marine Aquaculture and the Environment*, pp.105-119, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark. ISBN: 951-47-5076-4.

Lopez, D.A.; Buschmann, A.H. (1991) - Acuicultura: Benefícios y riesgos de uma actividade que se expande. *Ambiente y Desarollo* (ISSN 0121-7607), 7:109-115, Bogotá, Colombia.

Lumb, C. (1989) - Self-pollution by Scottish salmon farms? Marine *Pollution Bulletin,* 20(8): 375–379. DOI: 10.1016/0025-326X(89)90314-7.

Odum, E. P. (1983) – *Ecologia.* 434p., Editora Guanabara, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 85-201-0249-2

Mignani, L.; Barbieri, E.; Marques, H.L.A.; Oliveira, A.J.F.C. (2013) - Coliform density in oyster culture waters and its relationship with environmental factors. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (ISSN: 0100-204X) 48:833-840, Brasília, DF, Brasil.

Oliveira Filho, E.C.; Berchez, F.A.S. (1978) - Algas bentônicas da Baía de Santos: alterações da flora no período de 1957-1978. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* (ISSN: 2316-9052), 6:49-59, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: http://www.revistas.usp.br/bolbot/article/view/57699/60754

Oliveira Filho, E.C. (1977) - *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. 407p., Tese de Livre docência, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/41/tde-14032013-171424/pt-br.php?

Pillay, T.V.R. (1992) - *Aquaculture and the environment*. 189p., Fishing News Books, Blakwell Scientific Publications Ltd., New York, USA. ISBN: 0470218495

Rönnberg, O.; Adjers, K.; Ruokolathi, C.; Bondestam, M.(1992) - Efects of fish farming on growth, epiphytes and nutrient content of Fucusvesiculosus L. in the Aland archipelago, northern Baltic Sea. *Aquatic Botany,* 42(2):109-120. DOI: 10.1016/0304-3770(92)90002-Z

Sandulli, R.; Giudici, M.N. (1989) - Effects of organic enrichment on meiofauna: a laboratory study. *Marine Pollution Bulletin*, 20(5):223-227. DOI: 10.1016/0025-326X(89)90435-9.

SEAP (2004) - *Programa Nacional de Desenvolvimento da Maricultura em Águas da União SEAP/PR*. 38p., Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, Presidência da República, Brasília, DF, Brasil.

Sipaúba-Tavares, L. H.; Rocha, O. (1993) - Cultivo em larga escala de organismos planctônicos para alimentação de larvas e alevinos de peixes: I – algas clorofíceas. *Biotemas* (ISSN: 2175-7925), 6(1):93-106, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível em: https://journal.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/22722

Singh, R.P.; Nose, T. (1967) - Digestibility of carbohydrates in young rainbow trout. *Bulletin Freshwater Fish Research*,(ISSN: 0325-6146), 17(1):21-25, Tóquio, Japão.

Suplicy, F.M. (2005) - Cultivo de moluscos: Uma atividade que produz inúmeros impactos ambientais positivos. Panorama da Aqüicultura (ISSN 1519-1141), 9(5):27 –31, Rio de Janeiro, Brasil.

Tommasi, L.R.(1994) - *Estudo de Impacto ambiental*. 355p., CETESB, Terragraph Artes e Informática, São Paulo, SP, Brasil.

Viertler, R. B. (2002) - Métodos antropológicos como ferramenta para estudos em etnobiologia e etnoecologia. *In:* M. C. de M. Amorozo, C. M. Lin & S. M. P. da Silva (eds.), *Métodos de Coleta e Análise de Dados em Etnobiologia, Etnoecologia e Disciplinas Correlatas,* pp.11-29, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil. ISBN: 9788590243212

Wallin, M.; Hakanson, L. (1991) - Nutrient loading models for estimating the environmental effects of marine fish farm. *In:* In: Maekinen, T. (Ed.), *Marine Aquaculture and the Environment*, pp. 39-55, Nord 1991:22, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark ISBN: 951-47-5076-4.

Wu, R.S.S.; Lan, K.S. Mackay, D.W.; Lau, T.C.; Yan, V. (1993) - Impact of marine fish farming on water quality and bottom sediment: a case study in the sub-tropical environment. *Marine Environmental Research*, 38(2): 115-145. DOI: 10.1016/0141-1136(94)90004-3

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-470_Oliveira.pdf | DOI:10.5894/rgci470

Processo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica em um complexo estuarino tropical, Recife, PE, Brasil *

Modern sedimentary processes and the distribution of organic matter in a tropical estuarine system, Recife, PE, Brazil

Thaís de Santana Oliveira [@, 1]; Roberto Lima Barcellos[1];
Carlos Augusto França Schettini[1]; Plínio Barbosa de Camargo [2]

RESUMO

O presente estudo avalia as condições ambientais do complexo estuarino dos rios Capibaribe, Beberibe e Bacia do Pina, a partir de conhecimentos sobre a matéria orgânica sedimentar, associados a análises sedimentológicas tradicionais. Para isso, foram realizadas análises granulométricas e dos conteúdos de matéria orgânica total e carbonato biodetrítico de 50 amostras coletadas (nov-dez/2012), correlacionando-os aos condicionantes locais. Análises elementares e isotópicas da matéria orgânica contida nos sedimentos superficiais também foram feitas. Com base nos resultados obtidos, foram efetuadas análises de correlação, agrupamento e componentes principais. Os resultados revelaram predomínio de sedimentos siltosos, pobremente selecionados e com altos teores orgânicos (1,2 to 15,2%), por se tratar de um ambiente altamente eutrofizado. Os teores de carbonatos não obedecem a uma relação direta apenas com uma fração granulométrica específica, mas também com uma fonte disponível, e foram classificados como litoclásticos em sua maior parte. Independentemente das diferenças que possam existir na interpretação dos parâmetros indicadores da matéria orgânica sedimentar (-26,20 a -21,62‰PDB e -0,96 a 6,0 ‰Ar razões isotópicas do C e N, respectivamente), os dados atuais e a comparação com trabalhos anteriores permitem concluir que o sistema é um ambiente deposicional de baixa energia submetido à forte influência de fontes terrígenas, em especial antrópicas, com influência marinha na sedimentação em porções específicas do sistema. A área comporta-se como um retentor natural de sedimentos e caracteriza-se como um ambiente estuarino confinado, assoreado, densamente urbanizado e com aporte perene de sedimentos sílticos finos, de composição siliciclástica e argilas, com teores orgânicos altos. Essa conjunção de fatores produz um ambiente de sedimentação costeira de grande vulnerabilidade ambiental, indicado pela classificação como hipertrófico, o que se deve ao fato de todo sistema estuarino captar principalmente efluentes de esgoto doméstico e industrial sem tratamento, dentre outras fontes de poluição.

Palavras-chave: Sedimentação estuarina, matéria orgânica, poluição.

ABSTRACT

The present study evaluates the environmental conditions of the Capibaribe and Beberibe estuarine systems and Pina Basin, by mean of sedimentary organic matter characteristics associated with traditional sedimentary analysis. The employed parameters were the grain size, carbonate contents and the elemental and isotopic sedimentary organic matter analysis (C, N,

[@] corresponding author: <thais1ufpe@gmail.com>
[1] Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Oceanografia, Recife (PE), Brasil.
[2] Universidade de São Paulo (USP), Divisão de Funcionamento de Ecossistemas Tropicais, Laboratório de Ecologia Isotópica, CENA, Piracicaba (SP), Brasil.

* *Submission: 31 DEC 2013; Peer review: 8 FEB 2014; Revised: 3 MAY 2014; Accepted: 24 JUN 2014; Available on-line: 16 SET 2014*

$\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$), correlating this proxies to local environmental conditions in 50 surface sediment samples. Correlation analysis, cluster and principal components were made based on the results. The analysis revealed a predominance of the silty sediments, poorly selected and with high organic contents (1.2 to 15.2%) because it is a highly eutrophic environment. The carbonate contents do not present a direct relationship only with a specific grain size fraction (sand), but also with an available marine source. The stable isotopic ratios ranged from -26.20 to -21.62 ‰PDB ($\delta^{13}C$) and -0.96 to 6.05 ‰Ar ($\delta^{15}N$). The current data and the comparison with previous work indicate a low-energy depositional environment, submitted to the strong influence of terrigenous sources, anthropogenic, in particular with marine influence on sedimentation in specific portions of the system. The area acts as a natural trap of sediments and is characterized as a confined estuarine environment, subjected to a strong silting process, densely urbanized with perennial supply of fine silty siliciclastic and clayey sediments, with high organic contents. This combination of factors produces an environment of coastal sedimentation with high environmental vulnerability, indicated by the classification as hypertrophic. This is a direct result of the anthropic multiple uses of the estuarine system, mainly associated to domestic and industrial sewage in natura discharges to the area, among other sources of pollution.

Keywords: Estuarine sedimentation, organic matter, pollution.

1. Introdução

Ambientes deposicionais são caracterizados por estrutura, textura, restos biogênicos contidos, mineralogia e geometria particulares, devido à especificidade dos processos químicos, físicos e biológicos que operaram para gerá-los em seu ambiente deposicional (Boggs, 1995). O corpo sedimentar formado pode, então, guardar em si registros da história evolutiva desse ambiente e de seu comportamento dinâmico atual, fornecendo informações sobre a origem do material, os meios de transporte e as características do ambiente de deposição, que geram subsídios para a compreensão dos processos que nele estão ocorrendo e suas relações ecológicas. Dessa forma, características texturais e composicionais dos sedimentos podem conduzir a uma melhor compreensão das tendências naturais do ambiente estudado, auxiliando, portanto, em análises ambientais.

Inserem-se nesse contexto estudos sobre a distribuição e as características da matéria orgânica nos sedimentos. De acordo com Wetzel (1983), os principais componentes que constituem os sedimentos são a matéria orgânica em vários estados de decomposição, partículas minerais, incluindo argilas, carbonatos e silicatos não argilosos, e uma componente inorgânica de origem biogênica, como certas formas de carbonato. Os constituintes orgânicos são bastante sensíveis aos diversos fatores que condicionam os processos de deposição, assumindo a matéria orgânica, portanto, um caráter esclarecedor quando combinada com algumas das propriedades composicionais dos sedimentos (Bader, 1955).

Pettijohn (1975) afirma que os parâmetros granulométricos são bons instrumentos na interpretação da hidrodinâmica dos fundos de áreas marinhas. O mesmo autor afirma, ainda, que a acumulação de matéria orgânica em sedimentos é fortemente dependente da quantidade em argila depositada devido ao processo de adsorção. Trask (1939 *apud* Tyson, 1995) acrescenta, também, que o conteúdo orgânico de sedimentos das margens continentais geralmente aumenta quando os grãos que os constituem tornam-se mais finos. Isso ocorre porque as argilas concentram, comumente, cerca de duas vezes mais matéria orgânica que siltes, e cerca de quatro vezes mais matéria orgânica que as areias muito finas. O conteúdo orgânico, dessa forma, pode ser diretamente correla-cionado com a mediana, com o diâmetro médio e, principalmente, com a porcentagem de argila do sedimento. Entretanto, fatores naturais, tais como a disponibilidade de nutrientes e/ou outros decorrentes da ação humana, vão influenciar em um maior teor de matéria orgânica em argilas.

O conhecimento da natureza da matéria orgânica, além de permitir a avaliação das áreas de circulação mais efetiva e das tendências do meio quanto ao potencial redox, fornece parâmetros fundamentais para o estudo de ecossistemas bentônicos, pois é essencial para a manutenção destes. A sua natureza permite avaliar a maior ou menor disponibilidade de uso pelos organismos de fundo. Quando é originária do continente, é mais refratária à absorção por organismos, havendo a necessidade de atividade bacteriana para promover seu enriquecimento em nutrientes. Quando sua proveniência, no entanto, advém da produção primária fitoplanctônica, há maior disponibilidade para o aproveitamento em níveis tróficos superiores. Assim, os compôstos orgânicos possuem importância vital nos processos naturais, além de afetar, de forma direta e indireta, uma série de processos geológicos, tais como: compactação, cristalização, diagênese, dissolução, floculação, sedimentação, segregação mineral e suspensão (Rashid, 1985).

Reconstruções ambientais e espaço-temporais da zona costeira utilizam os diversos parâmetros oriundos do estudo da matéria orgânica sedimentar, como a razão isotópica $\delta^{13}C$ e a razão elementar C/N, para fornecer informações sobre a origem do material orgânico preservado em ambientes costeiros (Lamb *et al.,* 2006).

Tal fato permite avaliar condições ambientais de áreas sedimentares, propiciando análises sobre as condições naturais da área e inferências sobre a ação antrópica nela.

Os ecossistemas estuarinos são considerados ambientes eutróficos, devido à alta produtividade primária, conduzindo uma relação direta com os nutrientes fornecidos por várias fontes naturais e antrópicas (Eschrique, 2003). Estudar a distribuição sedimentar dessas áreas, juntamente com a origem do material orgânico, possibilita a compreensão do processo de sedimentação atual e dos diferentes fatores que interferem no processo, tanto no tempo quanto no espaço (Barcellos, 2005).

Na costa pernambucana, o desenvolvimento das atividades econômicas ocorrido nas últimas décadas, acompanhado do turismo e da intensa especulação imobiliária, tem causado grandes danos ao meio estuarino, que vem sofrendo com as consequências geradas pelas descargas de esgotos urbanos, resíduos industriais e agroindustriais, refletidas em uma região altamente eutrofizada devido à ação antrópica (Coimbra *et al*., 1987; Silva-Cunha *et al*., 1990; Travassos *et al*., 1991; Maia, 1995; Feitosa *et al.,* 1999; Nascimento *et al*., 2003; Passavante, 2003; Silva, 2003; Anjos, 2007; CPRH, 2008; Santos *et al*., 2009; Noriega, 2010; Nóbrega, 2011).

Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo principal avaliar as condições ambientais do complexo estuarino dos rios Capibaribe, Beberibe e Bacia do Pina, a partir de estudos sobre a matéria orgânica sedimentar, associados a análises sedimentológicas tradicionais, na forma de gerar subsídios científicos para a gestão costeira da área.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

O complexo estuarino dos rios Capibaribe, Beberibe e Bacia do Pina (Figura 1) está localizado na zona urbana das cidades do Recife e Olinda, sendo formado pelos seguintes corpos d'água: canal principal do Rio Capibaribe e seu braço sul, o canal do Rio Beberibe, os rios Tejipió/Jiquiá e os canais de maré do Jordão e do Pina.

O Capibaribe é o maior rio do complexo estuarino e do estado de Pernambuco. Com 240 km de extensão e vazão de 19 m^3/s, corta 42 municípios ao longo do seu curso. (Pernambuco, 2010). Os demais rios que formam o complexo possuem uma extensão menor do que 25 km e também fazem parte da Região Metropolitana do Recife. Todos recebem efluentes domésticos e industriais, comprometendo a qualidade da água e seu estado trófico. O Rio Beberibe é considerado um dos mais poluídos de Pernambuco, visto que os assentamentos precários, instalados em encostas e em suas margens, contribuem para a contaminação de suas águas. Em contrapartida, é o Capibaribe o 7º rio considerado mais poluído do Brasil (IBGE, 2012).

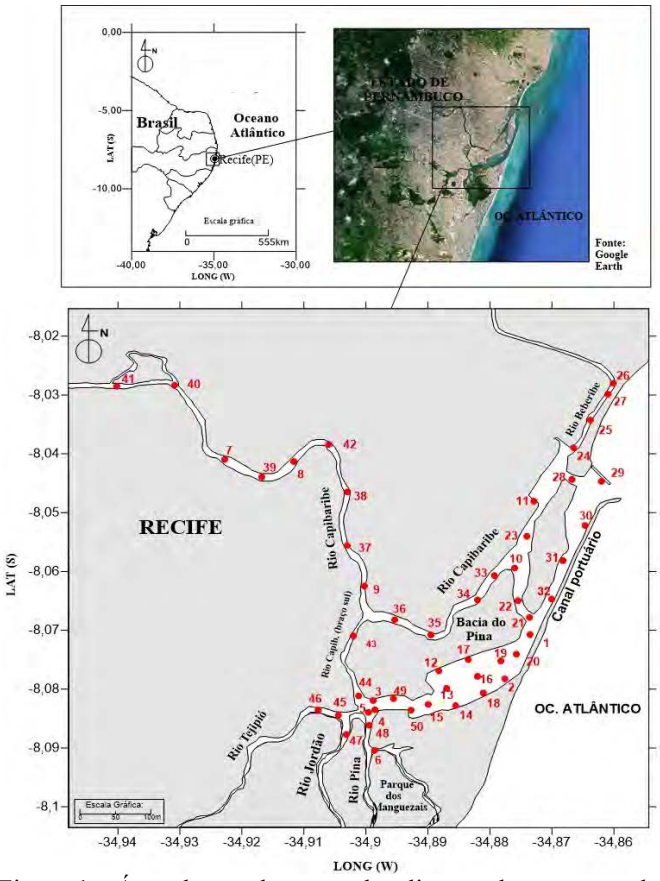

Figura 1 - Área de estudo com a localização das estações de coleta de sedimento.

Figure 1 - Study area location and sampling stations.

A Bacia do Pina está situada na parte interna do Porto do Recife e separada do Oceano Atlântico por meio de um dique artificial construído sobre os recifes naturais. É formada pela confluência dos Rios Capibaribe (braço sul), Tejipió/Jiquiá, Jordão e Pina, sendo, por isso, considerada um sistema estuarino. Através dos rios, a bacia recebe descargas de efluentes domésticos, das galerias pluviais e de diversos tipos de indústrias, com destaque para as de produtos químicos e as que lidam com alimentos e bebidas (Nóbrega, 2011), além de possuir constante tráfego de embarcações, por ser uma área portuária. É um ambiente dinâmico e exerce um papel de grande importância socioeconômica, principalmente para a população circunvizinha, de baixa-renda, onde coleta, diariamente, peixes, moluscos e crustáceos (Feitosa, 1999).

A área de estudo possui clima do tipo As', denominado tropical quente e úmido, com chuva de outono-inverno, de acordo com a classificação de Köppen, apresentando uma estação seca ou de estiagem, que se prolonga de setembro a fevereiro, e uma estação chuvosa, de março a agosto. A temperatura média anual é de 25°C, com

uma média pluviométrica acima de 2.000 mm. E as marés são do tipo semidiurna, com amplitude média de sizígia de 2,0m e de quadratura com 0,7m.

Em experimento efetuado em pontos distintos do baixo estuário, em condições de quadratura (19/03/2013), foram instalados 6 ADCPs (Perfiladores de *Corrente* Acústicos Doppler), que mediram velocidades de corrente mais intensas (0,50 m/s), no canal principal do Rio Capibaribe, em frente ao Sport Clube do Recife. Enquanto que, em condições de sizígia (26/03/2013), chegaram a 0,80 m/s, na Bacia de Santo Amaro, local próximo de onde se encontra o prédio da Polícia Federal (Carlos Schettini comunicação pessoal). Essas correntes mais intensas ocorreram na maré de vazante, assim como as identificadas por Monteiro *et al.* (2011).

Silva (2003) determinou a batimetria do Rio Capibaribe e encontrou profundidades menores que 4 metros até 9 metros. E Monteiro *et al*. (2011) expõem que a elevação do fundo da Bacia para o Estuário dificulta a entrada das marés de enchente, causando uma mistura entre as águas fluviais da bacia hidrográfica do Capibaribe com as águas marinhas. A forma e a batimetria da bacia, além de contribuírem no seu padrão de circulação, são úteis na eliminação de poluentes; o estreitamento e a brusca mudança da batimetria geram um efeito de jato que contribui para a promoção da circulação na bacia e para o seu ¨flushing" (Araújo; Pires, 1998). Devido a essa circulação, o estuário do Capibaribe é classificado como um estuário de planície, pouco profundo e parcialmente misturado (Monteiro *et al*., 2011).

2.2. Atividades de campo

Foram coletadas 50 amostras de sedimentos na estação seca (nov-dez/2012). De cada amostra total coletada com auxílio de um amostrador de fundo tipo "Van-Veen", uma porção (cerca de 20 g) para a análise de C e N orgânicos foi acondicionada em um saco plástico, etiquetada e congelada a bordo, com objetivo de evitar atividade bacteriana posterior à coleta. Cerca de 250 g foram acondicionados em outro saco plástico, também etiquetado, para a realização das análises granulométricas, matéria orgânica total e de carbonatos.

2.3. Atividades de laboratório

No laboratório, as amostras foram secadas em estufa a 50°C para a realização das análises sedimentológicas: granulometria e análises composicionais do sedimento, conteúdo de carbonatos e de matéria orgânica total determinados a partir da diferença em peso seco, antes e após ataque com solução de HCl a 10% e de H_2O_2 a 10%, respectivamente, de acordo com os métodos descritos em Suguio (1973).

A análise da composição elementar da matéria orgânica do C e N e das razões de isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$) foi realizada em 30 amostras após um tratamento preliminar para a eliminação do $CaCO_3$ existente, conforme descrito em Hedges & Stern (1984). A composição isotópica de carbono e nitrogênio foi determinada pela combustão automática da amostra em um analisador elementar Carlo Erba (CHN-1110), acoplado a um espectrômetro de massa Finnigan Delta Plus do Laboratório de Ecologia Isotópica do CENA-ESALQ-USP (Piracicaba, SP). Esses dados, expressos em % (C e N), são obtidos em conjunto com os valores das razões isotópicas de carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$). As amostras foram queimadas em meio oxidante, e os gases produzidos foram separados por cromatografia gasosa, purificados e carreados por um fluxo contínuo de Hélio. Os valores das razões isotópicas de carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$) (em partes por mil) são referidos, respectivamente, ao PDB (Pee Dee Belemnite) e ao Ar (ar atmosférico). Os valores das razões C/N, por sua vez, serão obtidos pela simples divisão entre os teores dos elementos de cada amostra analisada.

2.4 Tratamento dos dados

Os dados sofreram tratamento segundo os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) e do diagrama triangular de Shepard (1954) por meio do programa *Sysgran* (3.1) (Camargo, 2006), que permitiu a obtenção do diâmetro médio, grau de seleção, além dos teores de grânulos, areia, silte e argila.

Foi elaborada tabela relacionando os dados de posicionamento, profundidade, conteúdos orgânicos e sedimentologia das estações de coleta utilizando o *software Excel for Windows* (7.0). E os índices de correlação linear de Pearson também foram obtidos com o citado programa. O mapa de localização da área de estudo e os de distribuição para a análise espacial dos parâmetros utilizados foram elaborados através do programa *Surfer for Windows* (11.0).

Já para o tratamento conjunto dos dados, foi utilizado o *software Primer 6*, para efetuar a análise de agrupamento de Cluster e a análise dos componentes principais (PCA), com os seguintes parâmetros: areia (%), silte (%), argila (%), teores elementares de C e NT (%), razões isotópicas de carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$), MOT (%) e carbonatos (%).

3. Resultados e discussão

No anexo 1 do material suplementar, encontram-se as posições e os dados sedimentológicos das estações de coleta (granulometria, classificação de Shepard (1954), parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), valores de C e N elementares, razões C/N e valores dos isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$), teores de carbonatos e matéria orgânica total). E, na tabela 1, as análises de correlação relacionaram os conteúdos de lama e os parâmetros composicionais do sedimento.

Tabela 1 - Análise de correlação linear entre a lama e os parâmetros composicionais do sedimento. $CaCO_3$, MO, N e Lama em percentagens.

Table 1 - Linear correlation analysis between the mud and the sediments compositional parameters. $CaCO_3$, MO, N and mud in percentages.

	$CaCO_3$	MO	C	N	^{13}C	^{15}N	C/N	Lama
$CaCO_3$	1,00	X	X	X	X	X	X	X
MO	0,24	1,00	X	X	X	X	X	X
C	-0,03	0,40	1,00	X	X	X	X	X
N	-0,01	0,38	0,98	1,00	X	X	X	X
^{13}C	0,56	0,05	-0,40	-0,33	1,00	X	X	X
^{15}N	0,54	0,06	-0,40	-0,46	0,52	1,00	X	X
C/N	0,04	0,15	0,03	-0,10	-0,48	0,39	1,00	X
%Lama	0,10	0,77	0,68	0,69	-0,14	0,21	0,10	1,00

A análise espacial dos sedimentos no Sistema Estuarino dos rios Capibaribe, Beberibe e Bacia do Pina revelou, com base em Shepard (1954), um predomínio de sedimentos siltosos (Figura 2). E, segundo os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), os resultados obtidos foram heterogêneos, apresentando sedimentos que variaram de areia grossa a silte muito fino, porém prevalecendo sedimentos siltosos com diâmetro médio entre 4,17 e 7,75φ. Do total coletado, 54% mostraram-se pobremente selecionados (1,00-1,99).

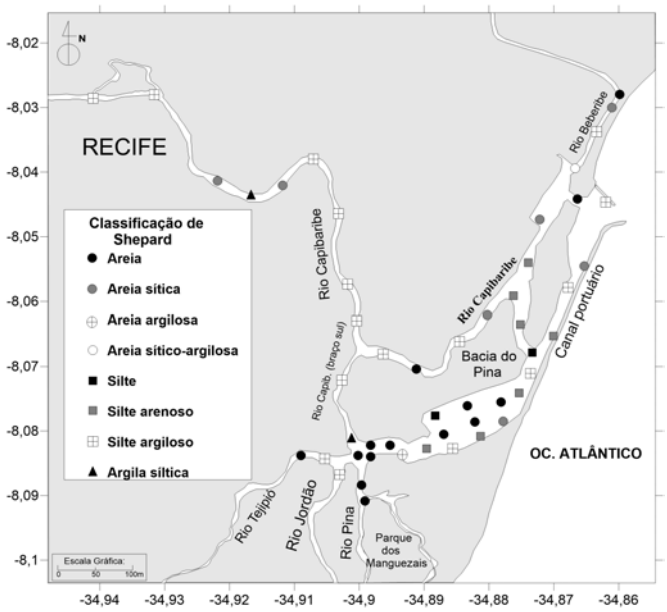

Figura 2 - Classificação de Shepard (1954).

Figure 2 - Shepard's classification (1954).

Resultado similar foi encontrado no Rio Capibaribe em setembro de 2011 (Oliveira *et al.,* 2013), assim como na Bacia do Pina em 2009 (Marcondes, 2009). A autora justifica a heterogeneidade dos sedimentos e o fato de serem pobremente selecionados pelo efeito da mistura de diversas fontes fluviais e marinha, contrastando-se com o estuário do Rio Jaboatão, onde Barcellos *et al.* (2012) encontraram, em sua maioria, areias, em coletas realizadas no período seco, apresentando sedimentos pobremente selecionados.

A profundidade influenciou para definir o tipo de sedimento, pois, apesar de todo o sistema ser caracterizado pela presença de sedimentos finos, as amostras coletadas nas margens do sistema possuem altos teores de silte e argila, com exceção da estação 50 (areia argilosa). No entanto, as coletas realizadas no canal de navegação, em zonas mais profundas, não apresentaram um padrão quanto à classificação de Shepard (1954), apresentando sedimentos das 3 classes granulométricas.

Os teores de carbonatos variaram entre 2,0 e 76,1% (Figura 3), porém com a dominância de sedimentos litoclásticos (siliciclásticos) em 92% das amostras, que, segundo a classificação de Larssoneur *et al.* (1982), são os sedimentos que possuem valores de carbonatos menores que 30%. As maiores concentrações decorrem de influências locais específicas e são amostras compostas em geral por sedimentos arenosos pobremente selecionados e com baixos conteúdos de lama. Predominam no canal portuário, em virtude da influência marinha, e próximos às áreas de atividade dos marisqueiros no Rio Jordão e na Bacia do Pina. Fato comprovado também por Marcondes (2009), na Bacia do Pina (22 e 40%) e em estudo sobre a plataforma continental interna adjacente ao Porto do Recife, caracterizada por sedimentos como areias biogênicas mal selecionadas (Andrade, 2013).

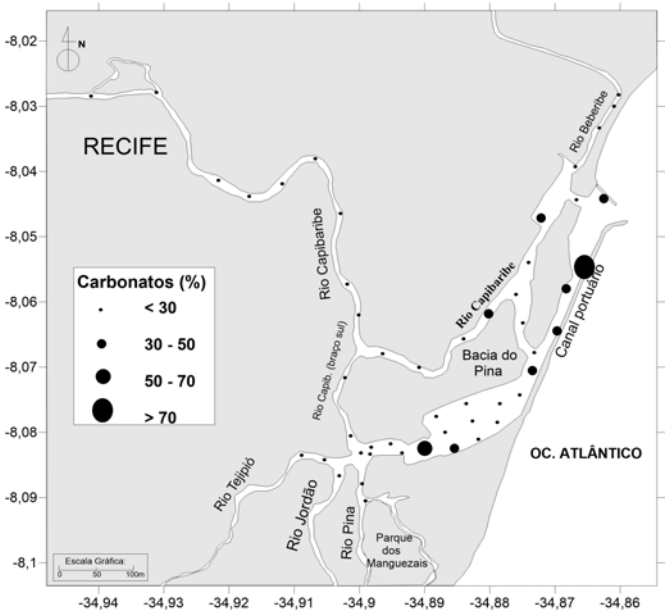

Figura 3 - Distribuição de carbonatos (%) nos sedimentos.

Figure 3 - Spatial distribution of carbonates (%) in sediments.

Alves *et al*. (2013) obtiveram valor médio de 17,4% no estuário do Rio Jaboatão em novembro de 2010, enquanto que no Rio Capibaribe observou-se variação de 2,5 a 48,7% em setembro de 2011 (Oliveira *et al.*, 2013). Para Aguiar Neto *et al.* (2008), os teores de carbonato de cálcio não obedecem a uma relação direta apenas com uma fração granulométrica específica, mas com uma fonte disponível, como a ocorrência de algas calcárias e fragmentos de conchas.

Os percentuais de MOT variaram de 1,2 a 15,2% (Figura 4), estando os valores acima de 5% (64% das amostras) associados a sedimentos lamosos que, no geral, apresentaram uma camada fina de coloração esverdeada na superfície (algas/microfitobentos), indicativos da alta produtividade primária local. O menor (estação 26) e o maior (estação 24) teor de MOT estão no Rio Beberibe, sendo o mais baixo associado a uma área constantemente dragada. E os altos teores em toda a área estudada se devem ao fato de se tratar de um ambiente altamente eutrofizado devido aos grandes aportes de esgoto in natura lançados pela população (±1.000.000 hab.) nos cursos d'água do complexo. Fontes naturais de material advindas do Manguezal do Pina e dos aportes fluviais terrígenos do Rio Capibaribe, o maior do litoral de Pernambuco, podem também influenciar nesses altos conteúdos orgânicos.

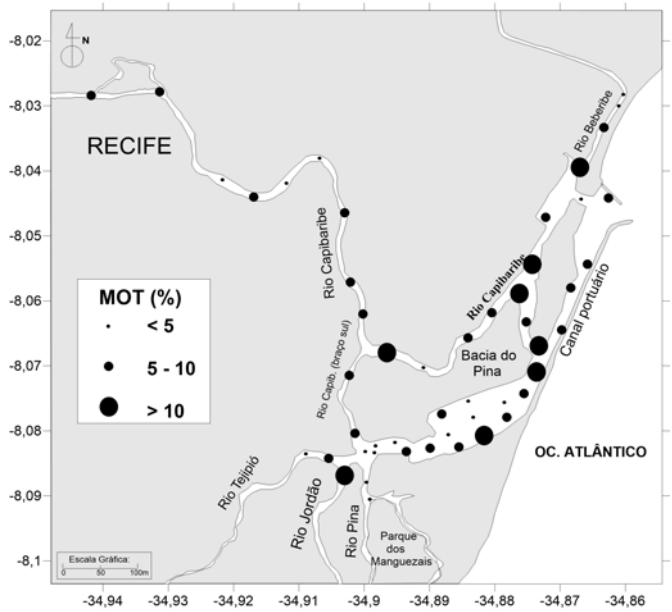

Figura 4 - Distribuição de matéria orgânica total (%) nos sedimentos.

Figure 4 - Spatial distribution of total organic matter (%) in sediments.

Padrão semelhante foi observado nos teores de matéria orgânica encontrados por Marcondes (2009) na Bacia do Pina (até 14%), porém Silva (2010), no Rio Pina e na área de confluência entre os rios Capibaribe, Tejipió/Jiquiá, Pina e Jordão, registrou valores entre 4 e 23%. Valores mais altos também foram encontrados no complexo estuarino de Itamaracá (entre 7,5 e 22,9%) por Rocha (2000), e no estuário do Rio Timbó (entre 7,1% e 23,6%) por Noronha *et al.* (2011).

Betemps & Sanches Filho (2012) observaram também uma relação entre altos teores de matéria orgânica, bem como os teores de finos com os níveis de metais presentes em sedimentos. Macedo *et al.* (2007) afirmaram que o estuário do Rio Capibaribe encontra-se altamente impactado por metais pesados (cromo, ferro, manganês e zinco), ao analisarem os teores em sedimentos superficiais.

Estudos da distribuição dos teores de matéria orgânica revelaram que há uma relação direta desse parâmetro com a granulometria do sedimento, com o grau de confinamento do ambiente e com sua profundidade. Locais que apresentam uma profundidade baixa (próximo às margens, por exemplo) possuem maior concentração de matéria orgânica. Porém, na presente pesquisa, mesmo nas estações de coleta com maiores profundidades (6,5 e 8,0 m), e onde predominam condições hidrodinâmicas mais intensas (canal portuário), os sedimentos apresentaram teor de matéria orgânica > 5%.

Os teores de carbono orgânico variaram de 0,16 a 8,99% (Figura 5), com predomínio de teores menores que 3%. Os valores mais altos estão associados a sedimentos finos e presença de alto teor de matéria orgânica, como na estação 45. As correlações apresentadas entre os teores de lama (silte e argila) e MOT (r^2=0,77) e entre a lama e o carbono (r2 =0,68) (Anexo 1) indicam que o conteúdo orgânico é diretamente correlacionado e fortemente dependente da quantidade de finos depositados, devido ao processo de adsorção. No entanto, os mais baixos teores de orgânicos correspondem a sedimentos arenosos, como as estações localizadas na Bacia do Pina e no canal portuário, estando na estação 19 o menor teor.

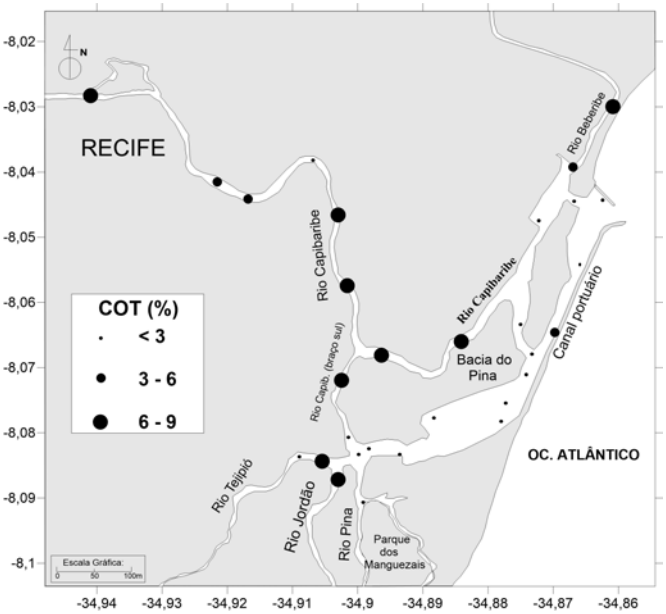

Figura 5 - Conteúdos de carbono orgânico (%) dos sedimentos coletados.

Figure 5 - Organic carbon contents in sediments (%).

Na área estudada, os teores de carbono orgânico > 4% estão associados a valores > 10% de MOT e, de acordo com a legislação (Resolução CONAMA 454/12), as dragagens desses sedimentos com altos teores orgânicos podem causar prejuízos ao ambiente não só na área dragada, mas também na área de disposição de tais sedimentos.

As concentrações de nitrogênio total variaram de 0,02 a 0,98% (Figura 6), predominando teores entre 0,10 e 0,50%. Sua distribuição apresenta-se semelhante à do carbono orgânico, em que, no geral, os teores < 0,50% estão na Bacia do Pina e em áreas onde predomina a influência marinha, como na estação 19, com o menor valor. Também apresentou correlação significativa entre o presente parâmetro e a lama com $r^2 = 0,69$, reforçando a associação entre os sedimentos finos e os teores elementares da matéria orgânica.

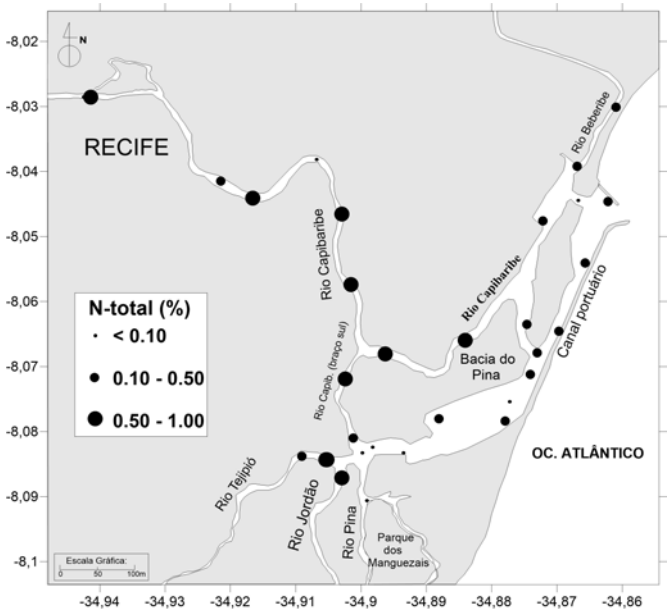

Figura 6 - Conteúdos de nitrogênio total (%) dos sedimentos coletados.
Figure 6 - Nitrogen contents in sediments (%).

Ruiz-Fernández *et al.* (2002) notaram grande semelhança entre a distribuição do carbono orgânico e do nitrogênio total ao estudar o impactado estuário do Rio Culiacan, no México, onde os teores dos citados parâmetros apresentaram correlação significativa de $r^2 = 0,92$. Fato também observado na presente pesquisa, em que a análise de correlação entre o carbono orgânico e o nitrogênio total teve como resultado $r^2 = 0,98$.

Santos et al. (2013) encontraram valores mais baixos (0,00 a 0,33%) no estuário do Rio São Francisco (SE/AL), considerando a oligotrofia do sistema. Assim como Barcellos & Furtado (2006) (0,00 a 0,25%) e Barcellos *et al.* (2009) (0,03-0,26%), para o Canal de São Sebastião (SP) e o Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape (SP), respectivamente. Enquanto que Zocatelli *et al.* (2007), no estuário do Rio Jaguaribe (CE), observaram alta concentração (5,4%) em área de canal que drena extensa produção de carcinicultura.

Os valores da razão C/N variaram de 6,79 a 14,92 (Figura 7), apresentando em geral uma origem mista de acordo com os intervalos observados na literatura (Saito *et al.,* 1989; Mahiques *et al.*, 1999; Barcellos, 2005). Dentre as amostras, 30% exibiram matéria orgânica de origem marinha (C/N entre 4 e 10); 23% (C/N ≥ 12) são de origem continental e 47% (C/N entre 10 e 12) possuem uma mistura de material planctônico marinho e de plantas terrestres. O maior valor encontra-se no Rio Beberibe (estação 24), onde foi registrado o maior teor de MOT. Enquanto que o menor valor foi encontrado no Rio Pina (estação 6), local com maior teor de areia entre as amostras coletadas. Os resultados apresentados foram corroborados pela forte correlação entre os teores de carbono orgânico e nitrogênio (Tabela 02), apontando fontes similares de matéria orgânica.

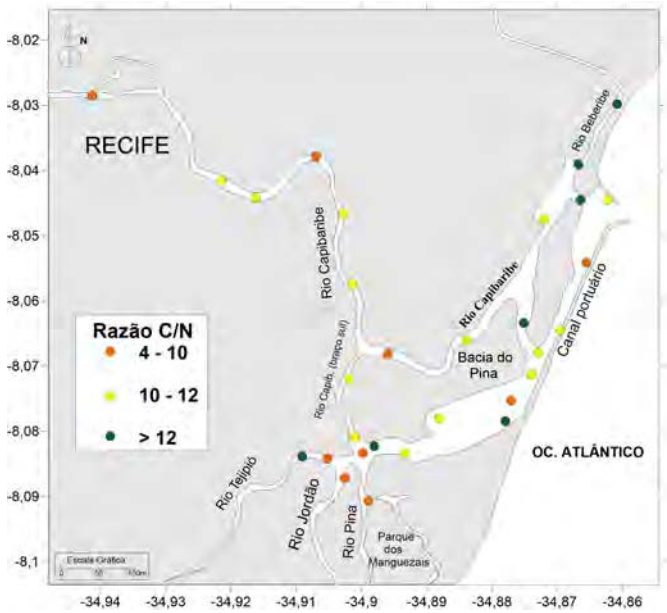

Figura 7 -Valores da razão C/N nos sedimentos.
Figure 7 - Values of C/N ratio in sediments.

Os conteúdos da razão isotópica $\delta^{13}C$ variaram de -26,20 a -21,62‰PDB (Figura 8). A matéria orgânica sedimentar, de acordo com os valores, indicou que dez estações têm origem marinha com teores mais enriquecidos (> -24‰PDB) (Chester & Riley, 1978; Ruttemberg e Goñi, 1997; Stein, 1991; Meyer, 1997; Lamb *et al*., 2006), fato que foi reforçado pelos valores da razão C/N entre 6,8 a 9,2 em algumas das estações. As demais amostras possuem origem continental (< -24‰PDB).

Bouillon *et al.* (2002), estudando os sedimentos do estuário Andhra Pradesh, na Índia, observaram valores entre -24,2 e -17,8‰PDB, onde os valores máximos (-17,8 e -19,1‰PDB) foram encontrados no centro da baía. De acordo com os autores, os valores mais baixos

(<-21‰PDB) estão relacionados à pluma de um canal com grande quantidade de $\delta^{13}C$ de origem continental ou associados ao esgoto.

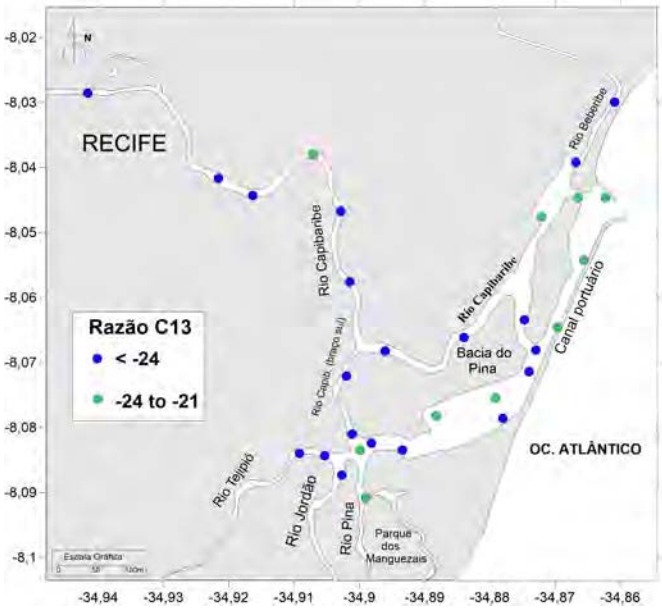

Figura 8 - Distribuição da razão isotópica $\delta^{13}C$ nos sedimentos coletados.

Figure 8 - Spatial distribution of isotopic ratio $\delta^{13}C$ in sediments.

Também na Índia, no estuário Cochin, Gireeshkumar *et al*. (2013) obtiveram valores mais similares com o presente sistema estuarino de -27,5 a -21,7‰PDB em sedimentos superficiais. Neste último, foi observado um aumento gradual dos valores da razão isotópica da parte interna do estuário em direção ao exutório, os quais sugerem uma contribuição cada vez maior de matéria orgânica autóctone marinha. Fato também constatado na presente pesquisa e por Barcellos (2005) e Barcellos *et al*. (2005) no sistema de Cananéia-Iguape (SP).

Os valores da razão isotópica $\delta^{15}N$ variaram de - 0,96 a 6,05‰Ar, com predominância de conteúdos entre 2,0 a 4,0‰Ar (Figura 9). São valores situados na faixa observada para fontes continentais. Conteúdos entre 4 e 6‰Ar encontram-se situados dentro da faixa para fontes marinhas, correspondendo às estações de coleta próximas à saída do canal portuário. Destaque para a estação 30, que possui os maiores teores de $\delta^{15}N$ e carbonato, corroborando tal afirmação. O presente parâmetro apresentou correlações pouco significativas com os demais parâmetros (vide Tabela 2), o que pode indicar um comportamento independente em relação aos processos sedimentares da matéria orgânica, relacionado ao imbricado processo de ciclagem deste elemento.

Ogrinc *et al*. (2005) conferiram assinatura de 1,8‰Ar para o esgoto doméstico no Mar Adriático, fato que também pode ocorrer no sistema estuarino estudado, devido ao grande aporte de esgoto captado por suas águas, com volume acima de 22.000 m^3/ano (Ericson *et al*., 2005), e estando apenas 42,9% dos domicílios da cidade do Recife ligados à rede geral de esgotamento sanitário (Secretaria de Saneamento do Recife, 2008). No entanto, observa-se, no presente estudo, que os valores de $\delta^{15}N$ dos materiais de diferentes origens se sobrepõem, fato que dificulta a identificação da origem da matéria orgânica através desse parâmetro. Fukumoto (2003) afirma que também não foi possível distinguir o nitrogênio de origem antrópica em amostras de sedimentos superficiais da Baía de Santos (SP) através desse parâmetro, mesmo sendo esta uma região conhecida pela influência antrópica.

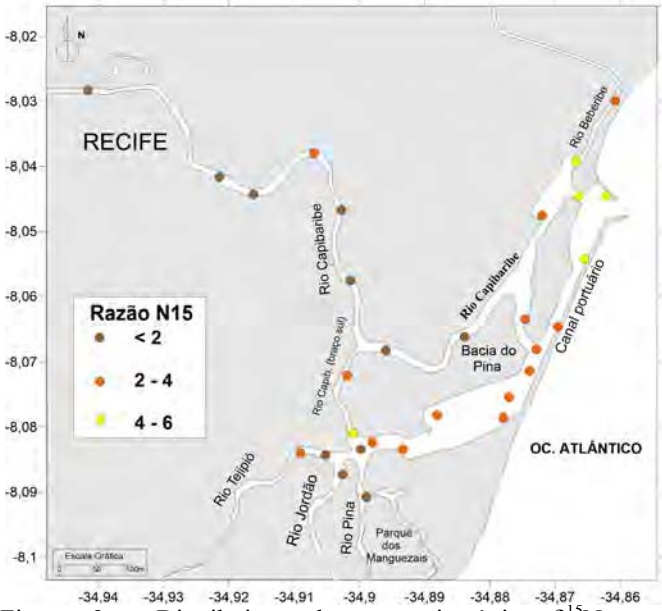

Figura 9 - Distribuição da razão isotópica $\delta^{15}N$ nos sedimentos coletados.

Figure 9 - Spatial distribution of isotopic ratio $\delta^{15}N$ in sediments.

A faciologia dos sedimentos (Figura 11), determinada através de informações obtidas por meio de um corte transversal no dendograma gerado por meio da análise de agrupamento (Figura 10), permitiu o reconhecimento de três fácies diferenciadas, principalmente pelos teores de areia, silte e composições elementares (C e N).

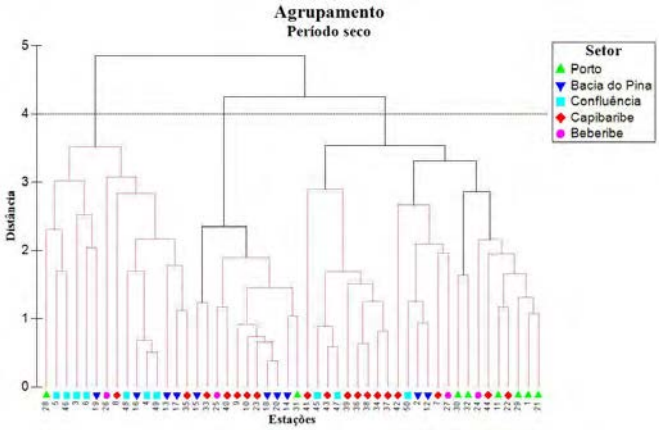

Figura 10 - Dendograma gerado a partir de análise de agrupamento.

Figure 10 - Dendrogram from cluster analysis.

A fácies I é caracterizada pelas amostras mais arenosas, com razão isotópica de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ apresentando valores que indicam matéria orgânica de origem continental. É composta por quinze amostras que predominam na área de confluência dos rios (braço sul do Capibaribe, Tejipió, Jordão e Pina) e na Bacia do Pina, associadas às áreas de maior hidrodinâmica do sistema.

A fácies II apresenta sedimentos siltosos e com altos teores de MOT e carbonato, indicando locais com menor intensidade de correntes. É composta pelas amostras que não tiveram os teores elementares e as razões isotópicas analisados. As onze amostras desse grupo dividem-se em sua maioria na Bacia do Pina e no Rio Capibaribe, com um ponto no canal portuário e um no Rio Beberibe.

A fácies III possui 24 amostras que não apresentam um padrão definido de distribuição, estando presentes em todo o sistema. Apresenta os maiores teores elementares e valores intermediários de MOT e carbonatos. As razões isotópicas possuem origem continental e com os valores mais baixos quando comparados às demais fácies.

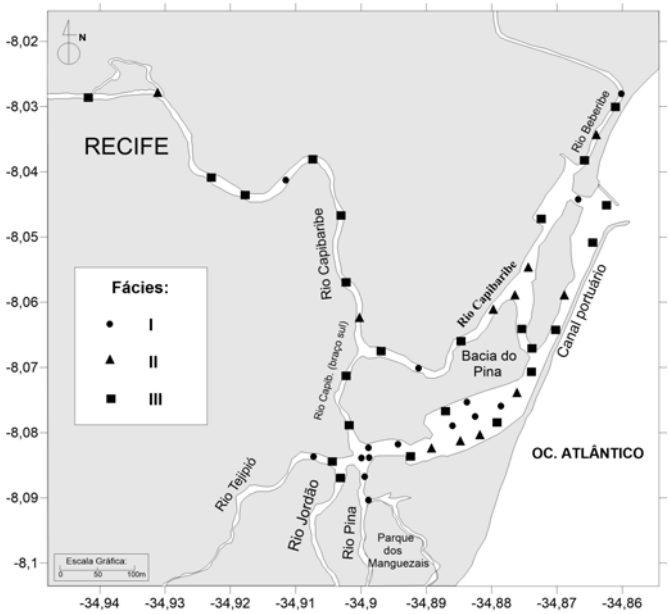

Figura 11 - Fácies sedimentares identificadas na área de estudo.

Figure 11 - Sedimentary facies identified in the study area.

O diagrama de ordenação gerado pela PCA (Figura 12) corrobora o resultado da análise de agrupamento. A primeira componente principal (PC1) responde pelos teores de areia, silte, C e NT com 49,0% da variabilidade total, e a segunda componente principal (PC2) reflete os teores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ e responde por 21, 8%, somando 70,8%, de forma a deter a maior parte da informação estatística dos dados originais.

O PC1 é composto por elementos relacionados à composição granulométrica e orgânica dos sedimentos, indicando que sedimentos siltosos estão relacionados com os teores orgânicos, regulando suas concentrações no sedimento. Os vetores de C e NT mostram-se fortemente correlacionados entre si, corroborando com as análises de correlação linear (vide Tabela 02). Enquanto que a variável areia, negativamente carregada, está disposta no eixo oposto ao vetor do percentual de silte, mais uma vez afirmando que as características granulométricas dos sedimentos influenciam a adsorção e a acumulação de conteúdos orgânicos.

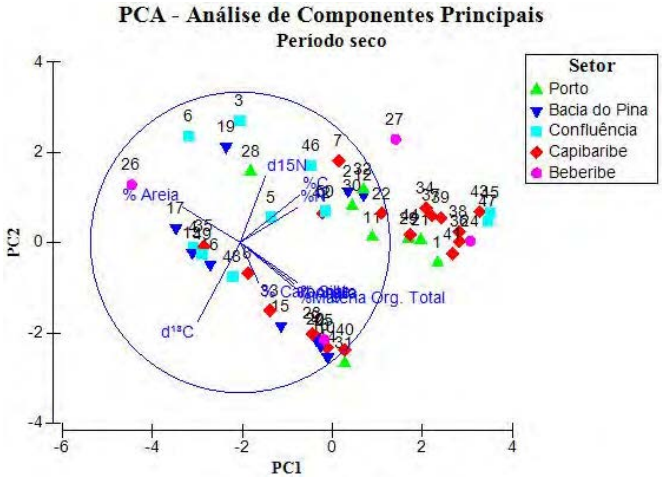

Figura 12 - Análise dos Componentes Principais (PCA) do sistema estuarino.

Figure 12 - Principal Component Analysis (PCA) of the estuarine system.

O grupo de sedimentos mais arenosos e com baixos teores orgânicos está localizado próximo ao vetor da variável areia e corresponde à fácies I (Figura 11). Outro grupo, composto por sedimentos siltosos e com os mais altos teores de C e NT, localizado próximo a esses vetores, equivale ao grupo que constitui a fácies III.

O PC2 é caracterizado pela presença da distribuição inversa entre as razões isotópicas $\delta^{13}C$ (carregamento negativo) e $\delta^{15}N$ (carregamento positivo), indicativo de fontes distintas de matéria orgânica. Para esse componente, há a formação de um terceiro grupo, formado por amostras que não tiveram os teores elementares e as razões isotópicas analisados e que está localizado próximo aos vetores de carbonato, MOT, silte e argila; indicando presença de sedimentos finos e altos teores de MOT e carbonato. Esses sedimentos são análogos aos que compõem a fácies II.

Os resultados obtidos indicam que a calha do Rio Capibaribe, em toda a sua extensão estudada (alto a baixo estuário), apresenta, em sua maior parte, áreas que se caracterizam como de deposição de sedimentos finos e devido a baixos fluxos de energia, havendo a presença de teores orgânicos de médios a altos, de origem continental. Possui profundidades entre 0 e 4 metros, mas podendo chegar a mais de 6 metros em poucos pontos ao longo do canal; esses são locais onde

há um fluxo mais intenso de correntes e deposição de areias finas.

Na região da confluência dos rios (braço sul do Capibaribe, Tejipió, Jordão e Pina), há alternância de fluxos vindos de vários sentidos. A constrição do canal aumenta a energia hidrodinâmica do local, resultando na presença de sedimentos heterogêneos e de granulometria mais grossa, com teores orgânicos de baixos a médios, de origem marinha, continental e mista. O processo sedimentar de erosão apresenta alto potencial na baixa-mar, indicando que no local deve haver um importante fluxo de sedimentos no sentido continente-mar (Araújo *et al.,* 2011), numa área que possui profundidades máximas de 3 metros; mais baixas do que o canal principal do Rio Capibaribe.

A Bacia do Pina é a área de maior heterogeneidade relativa aos processos sedimentares do sistema estuarino, apresentando profundidades baixas em quase toda sua extensão, semelhantes à da área de confluência dos rios adjacente. A sua porção central caracteriza-se por zona de franca deposição de sedimentos areno-sílticos (Coroa dos Passarinhos), constituindo, inclusive, uma feição positiva de relevo na baixa-mar, com marcada alternância do fluxo da influência das marés e aumento da energia na preamar; seus sedimentos são heterogêneos e possuem granulometria mais grossa, com baixos teores orgânicos de origem tendendo a marinha. Em suas margens, onde estão localizados os canais principais de circulação, apesar do ligeiro aumento de profundidade e presença de sedimentos pelíticos, ocorrem, no entanto, baixos teores elementares, o que configuraria o local como de passagem de sedimentos (*by pass*).

O trecho estudado do Rio Beberibe também apresenta baixas profundidades e as mesmas características das áreas onde predominam processos deposicionais dos sedimentos. As amostras dessa porção do sistema apresentam altos teores de MOT e elementares, e sua origem é continental.

Assinalando grande particularidade em relação ao restante do sistema estuarino, o canal portuário possui profundidades de 8 a 14 metros. É uma área de fluxo hidrodinâmico intenso também devido ao estreitamento do canal, tornando-se área de passagem de sedimentos com constante movimentação junto ao fundo, composto por sedimentos de granulometria fina com teores médios de C e NT elementares e matéria orgânica de origem marinha, indicados, também, pelos conteúdos mais altos de carbonatos do sistema.

4. Conclusões

+ Os sedimentos pelíticos constituem a maioria dos sedimentos modernos que adentram o sistema. A principal fonte de finos é o rio de maior porte do sistema, o Rio Capibaribe, seguido dos demais rios (Tejipió, Jordão, Pina e Beberibe). Os sedimentos da parte terminal do sistema estuarino refletem o domínio da ação marinha, correspondendo a uma zona de energia mais elevada.
+ Os sedimentos das margens e das áreas planas de baixa profundidade com domínio de sedimentos finos (siltes e argilas) evidenciam a influência de baixa a moderada energia, devendo as correntes possuir, nesses locais, velocidades relativamente pouco elevadas. No entanto, ao longo do eixo central da Bacia do Pina, do canal portuário e em pontos de maior profundidade no Rio Capibaribe, os sedimentos são de granulometria mais grossa, o que denota existência de energia média a elevada, fazendo supor a existência de condições de correntes (fluviais e de maré) com intensidade apreciável.
+ Os teores elementares e isotópicos da matéria orgânica sedimentar observados podem ser considerados como compatíveis com os valores encontrados na literatura para outros sistemas estuarinos tropicais e subtropicais do Brasil e do globo.
+ Independentemente das diferenças na interpretação dos parâmetros indicadores da origem da matéria orgânica sedimentar, a natureza dos componentes indica que há um predomínio continental na área.
+ Os dados atuais e a comparação com os dados de trabalhos anteriores permitem concluir que o sistema é um ambiente deposicional de baixa energia submetido à forte influência de fontes terrígenas, em especial antrópicas, indicado pelos altos teores orgânicos, praticamente em sua totalidade, sendo, por isso, classificado como hipertrófico; com influência marinha em porções específicas do sistema.
+ A área comporta-se como um retentor natural de sedimentos. Caracteriza-se como um ambiente estuarino confinado, assoreado, densamente urbanizado e com aporte perene de sedimentos finos, de composição siliciclástica e com teores orgânicos altos. Essa conjunção de fatores produz um ambiente de sedimentação costeira de grande vulnerabilidade ambiental, indicado pelo índice trófico, o que se deve ao fato de todo sistema estuarino captar principalmente efluentes de esgoto doméstico e industrial sem tratamento, dentre outras fontes de poluição.
+ Por fim, a partir dos dados apresentados e das características do sistema estuarino como um todo, diante dos altos teores orgânicos e de lamas observados, é temerário para a gestão ambiental da área o processo de dragagem que vem sendo executado no estuário do Rio Capibaribe desde o início de 2013. As dragagens certamente vêm redisponibilizando todo esse material orgânico depositado, além de elementos metálicos e demais

poluentes e contaminantes que também estão adsorvidos aos altos conteúdos de argilas do sistema. O mesmo é válido no caso do estuário do Beberibe, cujas condições ambientais, mais degradadas que o Capibaribe, tornam crítico qualquer processo que cause a remobilização e ressuspensão de seus sedimentos de fundo.

Agradecimentos

Os autores externam seus agradecimentos à FACEPE (Projeto: "MuGloEst":APQ0079-1.08/11) pelo apoio à pesquisa.

Referências bibliográficas

Aguiar Neto, A.B.; Gomes, D.F.; Freire, G.S.S. (2008) – Níveis e origem do carbonato de cálcio em sedimentos dos manguezais de Icapuí – CE, Nordeste do Brasil. *Revista de Geologia* (ISSN: 0103-2410), 21(2):135-146, Fortaleza, CE, Brasil.

Alves, T.M.F.; Barcellos, R.L.; Flores Montes, M.J. (2013) – Distribuição do carbonato biodetrítico (CaCO3) e da matéria orgânica total (MOT) nos sedimentos estuarinos do Rio Jaboatão (Pernambuco, Brasil). *XIV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário* (ABEQUA), Natal, RN, Brasil. (Publicado em CD-ROM).

Araújo, A.M.; Mineiro, A.L.B.; Cantalice, J.R.B. (2011) – Estimativa do potencial de sedimentação e erosão: caso Manguezal do Pina, Recife (PE). *Engenharia Sanitária e Ambiental* (ISSN: 1809-4457), 16(2):133-140, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Bader, R.G. (1955) – Carbon and Nitrogen Relations in Surface and Subsurface Sediments. *Geochimical & Cosmochimical Acta*, 7(5/6):205-211. DOI: 10.1016/0016-7037(55)90032-6.

Barcellos, R.L. (2005) – *Distribuição da material orgânica sedimentar atual do sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, São Paulo*. 185p., Dissertação de Doutorado, Universidade de São Paulo, SP, Brasil. *Não publicado.*

Barcellos, R.L.; Berbel, G.B.; Braga, E de S.; Furtado, V.V. (2005) – Distribuição e características do fósforo sedimentar no sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil. *Geochimica Brasiliensis* (ISSN: 0102-9800), 19(1):022-036, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em http:// http://www.geobrasiliensis.org.br/ojs/index.php/geobrasiliensis/ article/view/220

Barcellos, R.L.; Furtado, V.V. (2006) – Organic Matter Contents and Modern Sedimentation at São Sebastião Channel, São Paulo State, South-Eastern Brazil. *Journal of Coastal Research* (ISSN: 0749-0208), SI39:1073-1077. Article Stable URL: http://www.jstor.org/stable/25741746

Barcellos, R.L.; Camargo, P.B.; Galvão, A.; Weber, R.R. (2009) – Sedimentary organic matter in cores of Cananéia-Iguape lagoonal-estuarine system, São Paulo State, Brazil. *Journal of Coastal Research* (ISSN: 0749-0258), SI(56):1335-1339. Available on-line at http://e-geo.fcsh.unl.pt/ICS2009/_docs /ICS2009_Volume_II/1335.1339_R.Barcellos_ICS2009.pdf

Barcellos, R.L.; Alves,T.M.F.; Flores Montes, M.J.; Camargo, P.B.; Pitanga, M.E. (2012) – Processo sedimentar atual e comportamento sazonal da matéria orgânica no sistema estuarino do Rio Jaboatão, Região Metropolitana do Recife, Estado de Pernambuco. *V Congresso Brasileiro de Oceanografia* (CBO). Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (Publicado em CD-ROM).

Betemps, G.R.; Sanches Filho, P.J. (2012) – Estudo sazonal de metais pesados no sedimento do Saco do Laranjal – Pelotas – RS. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology* (ISSN: 1809-8401), 7(2):79-84, Sociedade Brasileira de Ecotoxicologia, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, Brasil. Disponível on-line em http://siaiweb06.univali.br/seer/index.php/eec/article/ view/4024/2342

Boggs, S. (1995) – *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 765p., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, U.S.A. ISBN: 0023117923.

Bouillon, S.; Raman, A.V.; Dauby, P.; Dehairs, F. (2002) – Carbon and Nitrogen stable isotope ratios of subtidal benthic invertebrates in an estuarine mangrove ecosystem (Andhra Pradesh, India). Estuarine, *Coastal Shelf Science*, 54(5):901-913. DOI: 10.1006/ecss.2001.0864.

Camargo, M.G. (2006) – Sysgran: Um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista Brasileira de Geociências* (ISSN: 0375-7536), 36(2):371-378, São Paulo, SP, Brasil.

Chester, R.; Riley, J.P. (1978) – *Chemical Oceanography*. Vol. 7, 508p., Academic Press, London, U.K. ISBN: 0-12-588607-1.

CONAMA (2012) – *Resolução nº 454, de 1º de novembro de 2012. Dispõe sobre diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional*. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Publicado no D.O.U., de 08/11/2012, Seção 1, pág. 66. Disponível on-line em http://www.mma.gov.br/ port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693

CPRH (2008) – *Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco*. 96p., Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH), Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/B_Introdu%C 3%A7%C3%A3o08.pdf

Ericson, N.R.S.; Pinheiro, J.H.M.; Costa, V.P.P.A.; Cunha, Cibele P.A.; Ferreira Filho, O.L. (2005) – Proposições para o sistema de esgotamento sanitário da cidade de Toritama – Pernambuco. 19p., *XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-185.pdf

Eschrique, S.A.; Abreu, M.W.M.; Alves, M.A.M.S.; Santos, M.L.S. (2003) – Estudos preliminares sobre os fatores que controlam a concentração dos nutrientes (silicato e fosfato), no estuário da praia do Bispo - Mosqueiro/PA. *IX Congresso Brasileiro de Geoquímica. Livro de Resumos Expandidos*, p.492-495, Belém, PA, Brasil.

Feitosa, F.A.N., Nascimento, F.C.R., Costa, K.M.P. (1999) – Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina, Recife-PE. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco* (ISSN: 1679-3013), 27(2):1-13, Recife, PE, Brasil.

Folk, R.L; Ward. W.C. (1957) – Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(1):3-26. DOI: 10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D

Gireeshkumar, T.R.; Deepulal, P.M.; Chandramohanakumar, N. (2013) – Distribution and sources of sedimentary organic matter in a tropical estuary, south west coast of India (Cochin estuary):

A baseline study. *Marine Pollution Bulletin*, 66(1–2): 239-245. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2012.10.002

Hedges, J.I.; Stern, J.H. (1984) – Carbon and nitrogen determinations in carbonate containing solids. *Limnology and Oceanography*, 29(3):657-663. DOI:10.4319/lo.1984.29.3.0657.

Lamb, A.L.; Graham. P.W. & Leng. M.J. (2006) – A review of coastal palaeoclimate and relative sea-level reconstructions using δ13C and C/N ratios in organic matter. *Earth-Science Reviews*, 75(1-4):29-57. DOI: 10.1016/j.earscirev.2005.10.003.

Larssoneur, C.; Bouysse, P. & Aufret, J.P. (1982) – The surpeficial sediments of the English Channel and its western approaches. *Sedimentology*, 29(6):851-864. DOI: 10.1111/j.1365-3091.1982.tb00088.x.

Macedo, S.J.; Philippini da Silva, H.K.; Brayner, F.M.M.; Duarte, M.M.M.B. & BARBOSA, A.M.F. (2007) – Heavy metal concentrations in sediments of the Capibaribe river estuary in the Metropolitan Region of Recife, Pernambuco-Brazil. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 102:3. DOI: 10.2495/SDP070341.

Mahiques, M.M.; Mishima, Y.; Rodrigues, M. (1999) – Characteristics Of The Sedimentary Organic Matter On The Inner And Middle Continental Shelf Between Guanabara Bay And São Francisco do Sul, Southeastern Brazilian Margin. *Continental Shelf Research*, 19(6):775-798. DOI: 10.1016/S0278-4343(98)00105-8.

Marcondes, A.C.J. (2009) – *Sedimentologia e morfologia da Bacia do Pina. Recife-PE*. 89p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Não publicado.

Meyers, P.A. (1997) – Organic Geochemical Proxies of Paleoceanography, Paleolminologic and Paleoclimatic Processes. *Organic Geochemistry*, 27(5-6):213-250. DOI: 10.1016/S0146-6380(97)00049-1

Monteiro, L.H.U.; Silva, G.S.; Lima, L.L.L.; Coutinho, P.N. (2011) – Estudos hidrodinâmicos e hidroquímicos do estuário do Rio Capibaribe e Bacia do Pina, Recife- PE. *X Simpósio Brasileiro de Oceanografia*, n/p (5p.), Santos. São Paulo, Brasil. Available on-line at http://vsbo.io.usp.br/trabs/025.pdf

Nascimento, F.C.R.; Muniz, K.; Feitosa, F.A.N.; Araújo, J.P.; Silva, R.M.S.; Silva, G.S.; Flores Montes, M.J. (2003) – Disponibilidade nutricional da Bacia do Pina e rio Tejipió (Recife- PE- Brasil) em relação aos nutrientes e biomassa primária (setembro/2000). *Tropical Oceanography* (ISSN: 1679-3013), 31(2):149-169, Recife, PE, Brasil.

Nóbrega, A.S.C. (2011) - *Fontes de contaminação no estuário do Rio Capibaribe, Pernambuco*. 48 p., Monografia de Graduação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. *Não publicado.*

Noronha, T.J.M. de; Silva, H.K.P.; Duarte, M.M.M.B. (2011) – Avaliação das Concentrações de Metais Pesados em Sedimentos do Estuário do Rio Timbó, Pernambuco - Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar* (ISSN: 0374-5686), 44(2):70-82, Fortaleza, CE, Brasil.

Ogrinc, N.; Fontolan, G.; Faganeli, J.; Covelli, S. (2005) – Carbon and nitrogen isotope compositions of organic matter in coastal marine sediments (the Gulf of Trieste, N Adriatic Sea): indicators of sources and preservation. *Marine Chemistry*, 95(3-4):163-181. DOI: 10.1016/j.marchem.2004.09.003

Oliveira, I.M.V.; Barcellos, R.L.; Flores Montes, M.J.; Camargo, P.B.; Pitanga, M.E. (2013) – Processo sedimentar sazonal e origem da matéria orgânica no sistema estuarino do Rio Capibaribe, Região Metropolitana do Recife, Estado de Pernambuco. *XIV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário* (ABEQUA), Natal, RN, Brasil. (Publicado em CD-ROM).

Passavante, J.Z.O. (2003) – Produção fitoplanctônica do estuário do Rio Capibaribe (Recife, Pernambuco, Brasil). *X Congresso Nordestino de Ecologia*, Recife, Pernambuco, Brasil. (Publicado em CD-ROM).

Pettijohn, F.J. (1975) – *Sedimentary Rocks*. 628p., Harper & Row, 3. ed., New York, NY, U.S.A. ISBN: 0060451912.

Rashid, M.A. (1985) – *Geochemistry of Marine Humic Compounds*. 300p., Springer-Verlag, New York, NY, U.S.A. ISBN: 978-1-4615-7100-1.

Ruiz-Fernández, A.C.; Hilaire-Marcel, C.; Ghaleb, B. & Soto-Jiménez, M. (2002) Recent sedimentary history of anthropogenic impacts on the Culiacan River Estuary, NW Mexico: geochemical evidence from organic matter and nutrients. *Environmental Pollution*, 118(3):365-377. DOI: 10.1016/S0269-7491(01)00287-1

Saito, Y.; Nishimura, A.; Matsumoto, E. (1989). Transgressive sand sheet covering the shelf and upper slope of Sendai, Northeast Japan. Marine Geology, 89(3-4):245-258. DOI: 10.1016/0025-3227(89)90078-9.

Santos, E.S.; Jennerjahn, T.; Medeiros, P.R.P.; Souza, W.F.L. de; Knoppers, B.A. (2013) – Origem da matéria orgânica sedimentar no delta-estuarino do Rio São Francisco, AL/SE - Brasil. *Geochimica Brasiliensis*, 27(1):37-48. DOI: 10.5327/Z0102-9800201300010004.

Santos, T.G.; Bezerra-Junior, J.L.; Costa, K.M.P.; Feitosa, F.A.N. (2009) – Dinâmica da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais em um estuário tropical (Bacia do Pina, Recife, PE). *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* (ISSN: 1980-587X), 4(1):95-109, São Luis, MA, Brasil.

Shepard, F.P. (1954) – Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal Sedimentary Petrology*, 24:151-158. DOI: 10.1306/D4269774-2B26-11D7-8648000102C1865D.

Silva, H.K.P. da. (2010) – *Avaliação das concentrações de metais-traço e suas interações nos sedimentos e biota do Parque dos Manguezais, Região Metropolitana do Recife (RMR), Pernambuco, Brasil*. 132p., Dissertação de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. *Não publicado*.

Stein, R. (1991) – Accumulation of Organic Carbon in Marine Sediments. Results from the Deep Sea Drilling Project/ Ocean Drilling Program. *In:* Bhattacharji. S; Friedman, G. M.; Neugebauer, H. J. & Seilacher, A. (Eds.), *Lecture Notes in Earth Sciences*, pp.152-185, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York. ISBN: 3540538135.

Suguio, K. (1973) – *Introdução à sedimentologia*. 317p., E. Blucher, São Paulo, SP, Brasil.

Travassos, P.E.P.F.; Macedo, S.J.; Koening, M.L. (1991/93) – Aspectos hidrológicos do estuário do rio Capibaribe (Recife-PE- Brasil). *Trabalhos Oceanográficos* (ISSN: 1679-3013), 2:9-38, Recife, PE, Brasil.

Tyson, R.V. (1995) – *Sedimentary Organic Matter: Organic facies and palynofacies*. 615p., Chapman & Hall, London, U.K. ISBN: 978-94-010-4318-2.

Wetzel, R.G. (1983) – *Limnology*. 860 p., Saunders College Publishing, Philadelphia, PA, U S A.

Zocatelli, R.; Bernardes, M.C. ; Pereira, U.J. ; Marins, R.; Lacerda, L.D.; Dias, F.J.S. (2007) – Distribuição e caracterização da matéria orgânica no gradiente estuarino do Rio Jaguaribe, CE, Brasil. *XII COLACMAR*. Florianópolis, SC, Brasil. Available on-line at http://www.institutomilenioestuarios.com.br/pdfs/Paticipacao_Eventos/2_Resumos/12_Zocatelli.pdf

O artigo "Processo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica em um complexo estuarino tropical, Recife, PE, Brasil", de Oliveira *et al.* (2014), tem informação de suporte disponível on-line em http://www.aprh.pt/rgci/rgci-470_Oliveira_SuplMat.pdf

This article contains supporting information online at http://www.aprh.pt/rgci/rgci-470_Oliveira_SuplMat.pdf

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-497_Santinhos.pdf | DOI:10.5894/rgci497

Perceção das populações locais face à sustentabilidade dos serviços das zonas costeiras: o caso da Lagoa de Santo André, Portugal *

Perception of the local population in the face of sustainability of coastal areas services: the case of Lagoon of Santo André, Portugal

Armando José Santinhos [@, 1]; Ana Paula Martinho[1, 2]; Sandra Caeiro[1, 3]

RESUMO

Em Portugal, o reconhecimento da importância estratégica da zona costeira, criou a necessidade de proceder à sua proteção e gestão integrada. O litoral de Santiago do Cacém caracteriza-se por uma zona aplanada e baixa, que, devido à existência de um cordão de dunas e areias de praia na parte noroeste do concelho, isola do mar a sua bacia hidrográfica e linhas de água, dando lugar à formação de lagoas, como é o caso da Lagoa de Santo André. Nesta Lagoa tem nas últimas décadas existido um conflito de interesses entre estratégias de conservação dos valores naturais pelas autoridades e o uso pelas comunidades locais, que encontram neste ecossistema a realização de proveitos relevantes para a sua sobrevivência.

Tendo presente os conceitos de desenvolvimento sustentável, cidadania, participação e educação ambiental, este trabalho, através da conjugação de recolha de dados por inquérito, observação direta, pesquisa e análise documental, pretendeu contribuir para a perceção dos atores-chave envolvidos no processo, relativa à sustentabilidade dos ecossistemas da zona em estudo, tendo presente as várias realidades, interesses e sensibilidades grupais, e propor soluções para a melhor gestão da lagoa de Santo André.

Foi aprofundado o estudo de caso da Lagoa de Santo André, com particular destaque para a atividade de pesca artesanal na lagoa, tendo-se concluído, entre outros, a existência de problemática e contestação relativamente à gestão do ICNF (Instituto de Conservação da Natureza e Florestas), motivada por falta de diálogo e falha na comunicação entre os atores-chave do processo, bem como a falta de realização urgente do desenvolvimento de uma estratégia e de uma plataforma de entendimento que, ao nível dos decisores, promovam o desenvolvimento e a qualidade a todos os níveis desta zona do país de reconhecido potencial e que, simultaneamente, permitam com isso, a sua correta gestão.

Estes e outros aspetos foram tratados aprofundadamente na discussão de resultados deste estudo, tendo-se proposto, entre outros, o entendimento entre os atores-chave, a variados níveis, e a participação de entidade exterior que modere e facilite o diálogo entre os atores-chave, de acordo com os problemas encontrados e de acordo com as soluções discutidas e concertadas num *workshop* final.

Palavras-chave: gestão de áreas costeiras, participação das populações, gestão de conflitos, utilização de nassas.

ABSTRACT

In Portugal, the recognition of the strategic importance of the coastal zones lead to the necessity to proceed to its integrated protection and management. Santiago do Cacém coast line is characterized by a shallow plane area on the northwest of the district, giving the possibility of formation of lagoons, due to the existence of sand dunes and sand beaches, as it is the case of

[@] Corresponding author: santinhosarmando9@gmail.com
[1] Universidade Aberta, R. da Escola Politécnica, 147, Lisboa, Portugal
[2] Universidade Aberta, Laboratório de Ensino a Distância e e-learning (LEAD), Lisboa, Portugal
[3] Universidade Nova de Lisboa (UNL), Center for Environmental and Sustainability Research (CENSE), Monte da Caparica, Portugal

* *Submission: 16 FEB 2014; Peer review: 13 MAR 2014; Revised: 28 APR 2014; Accepted: 2 JUN 2014; Available on-line: 16 SET 2014*

the Lagoon of Santo André. This lagoon has in recent decades been confronted with a conflict of interests between strategies of wildlife conservation authorities and the use by local communities that depend on this ecosystem for their survival.
Taking in account the ideas of sustainable growth, citizenship, ambient participation and education, and having gathered data through the combination of enquiry, direct observation, and documental search and analysis, this work pretends to contribute for the knowledge of the perception of the people and local officials in face of the sustainability of the ecosystems services used by the population.
This case study of the Lagoa de Santo André has given special consideration to the activities of the traditional fishing methods in the lagoon, having been concluded, among other issues, the existence of problems and controversy about the management of the ICNF (Institute of Nature Conservation and Forests) due to lack of dialogue and failure in the communication between the main actors of the process, the lack of a strategy or an environmental, economic, seaside management plan that would foment the quality at all levels of this zone of the country of recognized potential. The study urges to restore conducts that avoid the environmental degradation of this lagoon ecosystem and the development of a broader consensus about the regulations in place, so that standard decisions may be taken in order to establish the participation and cooperation of all agents and actors in the decision process.
These and other aspects were deeply treated on the final discussion of this study, having been proposed, among others, the promotion of an understanding between the key-actors, at various levels, and the participation of outside entity to moderate and facilitate the dialogue among the stake-holders, according to the problems encountered and according to the solutions discussed and to be concerted in a final workshop.

Key-words: *management of coastal areas, participation of populations, conflict management, use of fish traps.*

1. Introdução

A humanização impõe a necessidade de uma correta gestão das zonas costeiras como forma de, presumivelmente melhorar o nível de exploração dos recursos naturais. Todavia, a Natureza gere-se a si própria com extrema eficácia, garantindo verdadeira sustentabilidade para o futuro a curto, médio, longo e muito longo prazos. Ao longo dos cerca de 4,5 mil milhões de anos de vida na Terra os ecossistemas foram-se sucedendo, tornando-se progressivamente mais complexos (Dias *et al*., 2012).

Assim, ao tentar assumir-se como entidade reguladora dos processos dos quais depende, mas que conhece ainda mal e que, efetivamente, não controla, o Homem entrou em conflito consigo mesmo. E esses conflitos são evidentes na exploração dos recursos marinhos, nunca sendo demais relembrar que o litoral é o principal recurso marinho explorado na atualidade (Dias *et al*., 2012).

São inúmeros os estudos em todo o mundo onde se observa a insustentabilidade das zonas costeiras devido à elevada pressão urbana e má gestão dos serviços dos ecossistemas costeiros.

Wakashima & Capellari (2010) efetuaram um estudo sobre globalização e deslocalização, numa análise sobre o crescimento do turismo residencial no Mediterrâneo espanhol e no litoral do Nordeste brasileiro e os seus efeitos socioambientais, os impactos do turismo residencial, bem como a sua evolução, analisando as características desta atividade, tanto na perspetiva do Brasil como em relação à Espanha. Segundo os autores, de entre as diversas segmentações do turismo no Brasil, está em ascensão, principalmente no Nordeste, o denominado *turismo residencial*. Esta atividade caracteriza-se pela utilização de segunda residência localizada em praias e centros urbanos, para fins de lazer. O Litoral Mediterrâneo Espanhol é um dos destinos onde o turismo residencial está mais fortemente consolidado; porém, sofre com a saturação dos espaços e o comprometimento da qualidade ambiental, tornando insustentável a economia local. A especulação imobiliária fez em ambos os casos, com que famílias optassem por morar em regiões periféricas, muitas vezes em condições de insalubridade. A chegada de mega-investimentos, principalmente os estrangeiros, ocasionou a descaracterização de cultura local, na qual se inclui naturalmente a atividade piscatória. A estrutura disposta por estes empreendimentos consome muito mais recursos naturais, se comparados a simples hotéis e pousadas, além de descaraterizar a paisagem, comprometendo assim o principal atrativo turístico da região (Wakashima & Capellari, 2010).

A alteração da composição demográfica, causada pelos processos migratórios de trabalhadores e turistas; o desaparecimento das atividades tradicionais e da cultura local; e a transformação da paisagem; são estes alguns impactos presenciados pelas comunidades localizadas no Mediterrâneo, bem como no Nordeste brasileiro, que acabam ocasionando a decadência de suas atrações turísticas, estimulando assim a busca por lugares menos saturados, prestando com isto um contributo de valorização para o conhecimento e com isso para o estado da arte sobre estas matérias (Wakashima & Capellari, 2010).

Leal (2012), na sua dissertação sobre as experiências vivenciadas por duas comunidades, Canoa Quebrada e Vila do Estevão, numa análise sobre a perceção dos diferentes atores sociais sobre o processo de modernização vivido por essas populações, contextualizou a formulação de uma análise socio-lógica, acerca da civilização e do capital, em tempos

contemporâneos, estabelecendo uma relação entre modernização e o modo de vida das comunidades tradicionais da zona costeira cearense. A autora refere que o seu estudo se pautou por uma metodologia qualitativa, tendo as investigações seguido as vias da observação e realização de entrevistas temáticas, identificando os impactos provocados pela tensão social imposta através do modelo de desenvolvimento vigente, com os seus padrões impositivos, muitas vezes em antítese com aspetos relativos ao comportamento dos povos e das suas tradições.

A autora refere ainda que a problemática em estudo tem vários pontos de contacto com outros debates atualmente em curso nas ciências sociais e humanas, e que, por isso, se dispõe de um dispositivo teórico amplo, que abarca a pluralidade de conceções e perceções sobre as relações entre trabalho, tempo e ócio, os paradigmas da tradição e da modernidade e as estratégias de enfrentamento das organizações coletivas pela coexistência com essa realidade. Nesse contexto, a autora utiliza como suporte teórico, a sociologia das ausências e a sociologia das emergências, as conceções de tempo social assim como os conceitos sobre a crise estrutural do capital e sua estrutura fundante (Leal, 2012).

A autora considera que a modernidade é a base racional, científica, que surge como verdade absoluta para o conhecimento, bem como para a explicação dos fenómenos da natureza. Para os povos que a enfrentam, é um momento de transição em que o divino deixa de compor a base explicativa desses fenómenos, enquanto a razão pura passa a fazer parte desse cenário, buscando-se a razão e explicação científicas e negando-se as crenças desprovidas de comprovações (Leal, 2012).

Portugal possui cerca de 1450 km de costa e mais de metade da população portuguesa vive em concelhos do litoral. Assim, a correta gestão das Zonas Costeiras é decisiva para o desenvolvimento do país.

Segundo a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira de Portugal aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, as zonas costeiras assumem uma importância estratégica em termos ambientais, económicos, sociais, culturais e recreativos, pelo que o aproveitamento das suas potencialidades e a resolução dos seus problemas exigem uma política de desenvolvimento sustentável apoiada numa gestão integrada e coordenada dessas áreas.

Tendo presente que, de acordo com Gerhardt & Almeida (2005), os problemas biofísicos e de sustentabilidade, no âmbito costeiro, passam por uma inspiração de "movimento ambientalista", e sendo o ambiente também uma problemática social, será relevante incluir esta questão dentro de um processo dinâmico de reestruturação sociocultural, estando em jogo (em disputa) no contexto da própria modificação, a forma como a sociedade se organiza, pensa e elabora seus valores, bem como as suas prioridades e desejos.

A Lagoa de Santo André (Fig. 1) é exemplo onde a gestão das zonas costeiras não é uma tarefa fácil, onde as pressões das atividades piscatórias da população local têm de se conciliar e equilibrar com os valores naturais e de biodiversidade. Esta zona costeira integra a Reserva Natural da Lagoa de Santo André e da Sancha, através de Decreto-Regulamentar n.º 10/2000 de 22 de agosto, onde é referido que foi finalmente reconhecida a importância deste santuário natural.

Figura 1 - Planta de Localização
Figure 1 - Location of Plant

Este trabalho tem como objetivo geral contribuir para caraterizar a perceção da população local face à sustentabilidade dos ecossistemas da zona costeira em estudo, utilizados por essa população, bem como, num processo de cidadania participativa, envolver todos os atores na construção de soluções e de consensos, tendo presente as fragilidades encontradas, as várias realidades, interesses e as sensibilidades grupais aduzidas no decorrer deste estudo exploratório.

Como objetivos específicos, pretendeu-se:

i) Identificar e caraterizar o estado das atividades piscatórias na Lagoa de Santo André, incluindo a sua evolução histórica em termos das alterações físicas do ecossistema, de ordenamento, das artes de pesca, cultura, tradição, registo do volume e principais espécies capturadas.

ii) Avaliar a perceção da população local e dos decisores em relação aos fatores que de alguma forma contribuíram para um processo de mudança no âmbito das suas valências socioeconómicas e de tradição, com enfoque especial para a atividade da pesca na lagoa.

iii) avaliar a perceção da população sobre os mecanismos utilizados para a resolução dos fatores

mencionados, nomeadamente no que se refere à necessidade de ordenamento da orla costeira ou à sustentabilidade do ecossistema da Lagoa de Santo André, entre outros.

iv) Propor soluções, medidas e recomendações para garantir o equilíbrio entre a atividade económica local da pesca, a sustentabilidade e a harmonia do ecossistema em estudo.

2. Material e métodos

2.1. Enquadramento Metodológico

Neste trabalho foi utilizada uma metodologia de estudo de caso, maioritariamente qualitativa, com base na pesquisa e análise de documentos escritos e orais, bem como na recolha de informação por inquérito e por questionário aos pescadores locais, numa amostra o mais abrangente possível da população; foram, ainda, realizadas entrevistas a agentes e decisores; a esta fase, seguiu-se, após estudo e interpretação da informação recolhida, a organização de um "workshop" com os principais atores-chave da região, nomeadamente, os pescadores e sua associação, os empresários da restauração local, edilidades, autoridades e organismos de proteção da natureza. O objectivo deste encontro centrou-se na discussão e votação de um conjunto de problemas no âmbito da pesquisa efetuada pelo autor, no sentido de se encontrarem soluções, obtidas por votação dos atores-chave presentes.

Este estudo de caso assenta numa premissa com uma dupla vertente: por um lado, é uma modalidade de investigação apropriada para estudos exploratórios e abrangentes e que, sobretudo, tem como objetivo a descrição de uma situação, a explicação de resultados a partir de uma teoria, a identificação das relações entre causas e efeitos ou a validação de teorias (Serrano, 2004). Por outro lado, permite ilustrar e analisar uma dada situação real e fomentar a discussão e a tomada de decisões, julgadas convenientes para a mudar ou melhorar.

Para melhorar a compreensão dessas realidades complexas, contrapõe-se a uma perspetiva quantitativa uma abordagem qualitativa de pesquisa que tem como objetivo a compreensão dos significados atribuídos pelos sujeitos às suas ações num dado contexto. Nesta abordagem, pretendeu-se interpretar em vez de medir, procurando-se caraterizar a realidade experienciada pelos sujeitos ou grupos a partir do que estes pensam e da forma como agem (seus valores, representações, crenças, opiniões, atitudes e hábitos).

As investigações qualitativas privilegiam, essencialmente, a compreensão dos problemas a partir da perspetiva dos sujeitos da investigação. Neste contexto, Bogdan & Biklen (1994), consideram que esta abordagem permite descrever um fenómeno em profundidade através da apreensão de significados e dos estados subjetivos, pois, nestes estudos, há sempre a tentativa de capturar e compreender, com pormenor, as perspetivas e os pontos de vista dos indivíduos sobre determinado assunto. Pode-se dizer que o principal interesse destes estudos não é efetuar generalizações mas antes particularizar e compreender os sujeitos e os fenómenos na sua complexidade e singularidade. Assim, em oposição às afirmações universais e à explicação dos fenómenos numa causalidade linear, preferiu-se, neste projeto, a descrição concreta das experiências e das representações dos sujeitos que conduzem a uma compreensão dos fenómenos.

De acordo com os objetivos enumerados anteriormente, o trabalho foi dividido em três tarefas: 1) Caracterização das atividades piscatórias; 2) Perceção dos Pescadores; 3) Propostas de soluções e recomendações.

2.2. Tarefas Desenvolvidas

2.2.1. Caraterização da Atividade Piscatória

A metodologia de investigação centrou-se numa primeira abordagem na recolha de informação, derivada da pesquisa de documentação e literatura existente, bem como pesquisa por documento não escrito, de modo a ser possível caraterizar o estudo de caso e em particular o estado da atividade piscatória na Lagoa de Santo André, incluindo a sua evolução histórica em termos de artes de pesca, cultura e tradição, evolução do ecossistema litoral, quais as principais espécies capturadas e a importância de estratégias de investimento para a economia local.

Para o efeito foram efetuadas entrevistas a um conjunto reduzido de atores-chave locais, que subsistem no terreno e fazem parte da atual povoação (Anexo I), bem como aos organismos tutelares da zona costeira e da conservação da natureza (Anexo II), para que estes nos evidenciassem processos e/ou projetos, ainda que em área de planeamento, com vista ao desenvolvimento sustentável da região.

2.2.2. Perceção dos Pescadores

Numa segunda fase do trabalho procedeu-se ao inquérito por questionário à população piscatória (Anexo III), para análise dos dados recolhidos e trabalhados em gabinete.

O objetivo deste inquérito foi avaliar a perceção desta população quanto à continuidade e sustentabilidade da pesca no ecossistema da Lagoa de Santo André, bem como apurar a sua sensibilidade, no âmbito sócio-económico e ambiental, às alterações trazidas pelo ordenamento.

De acordo com Quivy & Capenhoudt (1998), o inquérito por questionário consiste em colocar a uma amostra de indivíduos de uma determinada população, que os mesmos representam, uma série de perguntas, relativas à sua situação social, académica, profissional

ou familiar, às suas opiniões, à sua atitude em relação a variadíssimas questões humanas e sociais, às suas expectativas perante um determinado acontecimento, ao seu nível de conhecimento ou de consciência relativos a um problema, ou, ainda, sobre assuntos que possam interessar ao processo de investigação.

O preenchimento destes questionários foi confidencial. Pretendeu-se, de igual modo, perceber o papel do cidadão, do pescador, enquanto parte interessada, no sentido da perceção da sua capacidade para se organizar grupalmente e em que medida consegue nessa participação a tradução da sua força representativa e da sua vontade coletiva.

2.2.3. Proposta de Soluções e Recomendações

Numa terceira fase organizou-se um "workshop" com os atores-chave, onde se apresentou os resultados obtidos nas tarefas anteriores, com vista à discussão em conjunto das soluções, das medidas e das recomendações que garantissem modelarmente a atividade económica local da pesca *versus* a sustentabilidade e o equilíbrio do ecossistema.

Figura 2 - Proposta de Quadro de Participação dos Atores-chave. Adaptado de Luyet *et al* (2012)

Figure 2 - Proposal for a Framework Participation of Stakeholders. Adapted from Luyet et al (2012)

No âmbito de um quadro de referência (*framework*) relativo a técnicas de participação com vários graus de envolvimento das partes, considerámos que, de entre as várias técnicas que congregam Consulta, Colaboração, Decisão Partilhada e Responsabilização, entre as quais destacamos "Consensus Conference", "Scenario Analysis", "Citizen Jury", a técnica que mais se adequa à gestão de conflitos é, sem dúvida, a realização de um *workshop*. Para tal, e de acordo com os autores Luyet *et al*. (2012), adotámos a proposta que abaixo explicitamos (Fig. 2), no sentido de uma melhor compreensão do processo da participação dos atores-chave e como, por maioria de razão, se ajustam a este trabalho.

Na identificação dos atores, tivemos em conta os vários papéis designados técnicos e que envolvem critérios tais como a proximidade, a economia, os valores sociais e ambientais.

No âmbito da sua caracterização, sustenta-se a possibilidade de existirem múltiplas e variadas atitudes perante o projeto, em particular as que resultam do ponto de vista da Reserva Natural, e as dos demais atores, que, estando em contexto de diferentes sensibilidades, poderão potenciar conflitos.

Este *workshop* sobre a Lagoa de Santo André assentou num exercício de cidadania participativa, cuja metodologia encontra sustentação de acordo com o método anteriormente descrito, sobre o quadro de atores-chave.

O universo de outros trabalhos na área do ordenamento costeiro, nos quais a participação das populações foi determinante para a obtenção de consensos e cuja problemática exigia intervenção e consensualização de procedimentos, serviu de complemento neste processo, sendo a metodologia utilizada para a elaboração e organização do *workshop* baseada nos critérios de Vasconcelos (2006) e Vasconcelos & Caser (2011).

3. Caso de Estudo – Lagoa de Santo André

3.1. Contexto Histórico – Pesca

Segundo Madeira (1993), por volta de 1855, pescadores de Ílhavo e respetivas famílias chegaram à Costa de Santo André, tendo aí construído as suas cabanas e armazéns de colmo e caniço (Fig. 3).

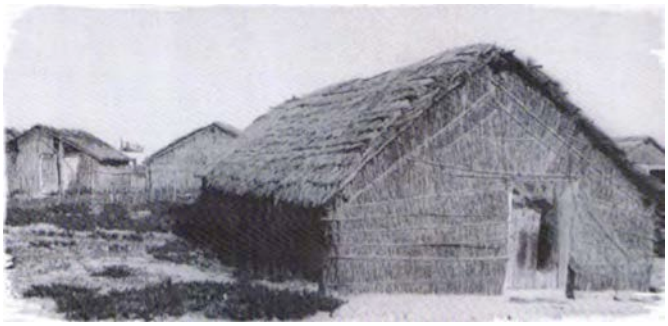

Figura 3 - Habitações de caniço e mato. Extraído de Escoval *et al.* (2003).

Figure 3 - Dwellings of Reeds and Weeds. Extracted from Escoval et al. (2003).

Devido à abundância de sardinha no mar (no Verão) e outro peixe na lagoa (no Inverno), terão estabelecido duas companhas com lavradores da região, praticando a arte xávega (Fig. 4). *Na praia da freguezia de Santo André se acham estabelecidas ha seis annos duas companhas de pescadores de Aveiro, que também carregam anualmente de sardinha bom numero de embarcações costeiras com destino para diversos portos do reino* (Silva, 1869: 104).

Segundo Madeira (1993), convém distinguir entre a pesca na lagoa e a pesca no mar, através dos seus barcos saveiros, preparados para a arte de xávega, que foi introduzida pelos oriundos do Centro Norte (Ílhavo, Aveiro e Murtosa) por volta de 1855 e que perdurou até cerca dos anos cinquenta e princípio de sessenta do século XX.

Quanto à pesca no mar, com bastante expressão, em que subsistiam duas campanhas para os lanços de mar, conclui-se um relativo desenvolvimento desta faina ao verificar-se que em 1875, no recenseamento eleitoral, de base censitária, constavam quatro pescadores coletados, com movimentos financeiros entre 1000 e 6333 réis de décima, valores para rendimento bruto bastante consideráveis à época (Madeira, 1993).

Figura 4 - Arte xávega. Extraído de Escoval *et al.* (2003).
Figure 4 - Xávega art. Extracted from Escoval et al. (2003).

A pesca na lagoa torna-se a alternativa para a subsistência das famílias de pescadores em período invernoso e, simultaneamente, à medida que se dá o declínio da arte de xávega, ganha maior expressão e acentua a sua importância (Fig. 5).

A apanha de enguias é a arte de maior relevância na pesca da lagoa, tendo-se tornado progressivamente a sua captura principal. A restante pesca, relativa a outras espécies e pouco relevante em termos de dados objetivos e estatísticos, era complementar à pesca da enguia, sendo muitas vezes destinada ao consumo próprio de pescadores e suas famílias. Para termos em conta um valor aproximado das capturas, o rendimento médio anual, até meados do século XX, era de 150 kg/hectare/ano, ou seja, um total de pescado de mais de 20 toneladas ano (Fonseca *et al*., 1993).

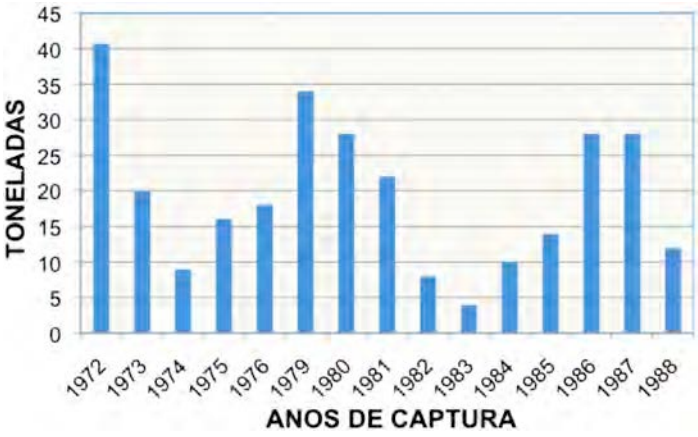

Figura 5 - Gráfico Síntese das Capturas na Lagoa de Santo André, entre 1972 e 1988. Baseado em dados de Fonseca *et al*. (1993).

Figure 5 - Summary of catches in Santo André Lagoon between 1972 and 1988. Based on data from Fonseca et al. (1993).

3.2. Enquadramento

A Lagoa de Santo André localiza-se no sudoeste de Portugal, no Distrito de Setúbal, região do Alentejo e sub-região do Alentejo Litoral, ocupando parte da costa do município de Santiago do Cacém.

Em meados do século XVII, a duna de areia que separa a lagoa do mar já se havia formado, adiantando que as ribeiras de que fala Frei Bernardo Falcão continuavam a descer a serra, sem desaguarem no mar, retendo-se nesse grande espaço de águas paradas, onde a grande enseada se tornava lagoa (Madeira, 1993).

Em termos gerais, segundo o estudo inicial para o Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Lagoas de Santo André e Sancha (ERENA, 2005), a lagoa é constituída essencialmente por um conjunto de ecossistemas litorais e sublitorais, detendo como elemento principal o sistema lagunar.

Neste contexto, o corpo lagunar de Santo André é particularmente bem desenvolvido e ocupa uma superfície alagada de 150-250 ha, a qual pode duplicar durante o período invernal, devido à entrada de água proveniente das chuvas, da agitação e da ondulação do mar em época de tempestades. A lagoa dista escassas dezenas de metros do mar, sendo separada por um cordão dunar de largura e desenvolvimento variáveis (ERENA, 2005).

Quando, por imperativo das cheias de Inverno, o seu volume hídrico aumenta exponencialmente, é feita uma ligação ao mar, estabelecida artificialmente, quase sempre no mês de março, através de um canal que permanece aberto durante cerca de um ou mais meses, enquanto as condições de mar o permitirem (ERENA, 2005).

O caráter salobro das suas águas provém do maior ou menor tempo de contacto com o mar aquando do

período da sua abertura, o que lhe confere um estatuto especial qualitativo, tendo em vista a apreciação do seu pescado e a qualidade das suas águas de teor salino e de apetência balnear, cujo valor de salinidade, em média representa – 10 a 20 ‰ (Fonseca *et al*., 1993).

3.3. A Pesca na Atualidade

Na determinação de uma zona de pesca profissional na Lagoa de Santo André, foi tido em conta o facto de esta atividade pesqueira ser uma realidade socioeconómica de importância considerável para a população e, também, a necessidade de regulação da gestão ambiental dada a intensidade dessa atividade profissional, tendo em vista o ordenamento e a conservação dos seus valores naturais (Portaria nº 86/2004 de 8 janeiro). A área de pesca autorizada consta de numa linha poligonal, referenciada, de acordo com a planta, e que une os pontos coordenados de 1 a 15 (Fig. 6.). Ou seja, com a criação da Reserva Natural, inicia-se um processo, em que, para atividades específicas como a pesca, o diploma atrás referido estabelece a possibilidade de se publicarem portarias conjuntas com outros ministérios, por forma a determinar condicionamentos ou interdições a esta atividade, iniciando com isso o processo de regulação da pesca na lagoa, o qual desencadeou a contestação dos pescadores.

Foi realçada a interpretação dos dados relativos ao volume do pescado declarado (Fig. 7), por comparação com os elementos históricos, nos quais se encontrou uma proporcionalidade digna de registo, ou seja, os totais atuais situam-se 36% dos totais anteriores (8 t, para 22 t/ano), levando a questionar, embora isentando os aspectos conclusivos tratados posteriormente, a relação entre pescadores e pesca *versus* sustentabilidade e legislação. Segundo o ICNF, o número de pescadores com licenças atribuídas, desde 2004 não tem sofrido alteração digna de nota, centrando-se este valor em cerca de trinta e cinco a quarenta atribuições anualmente.

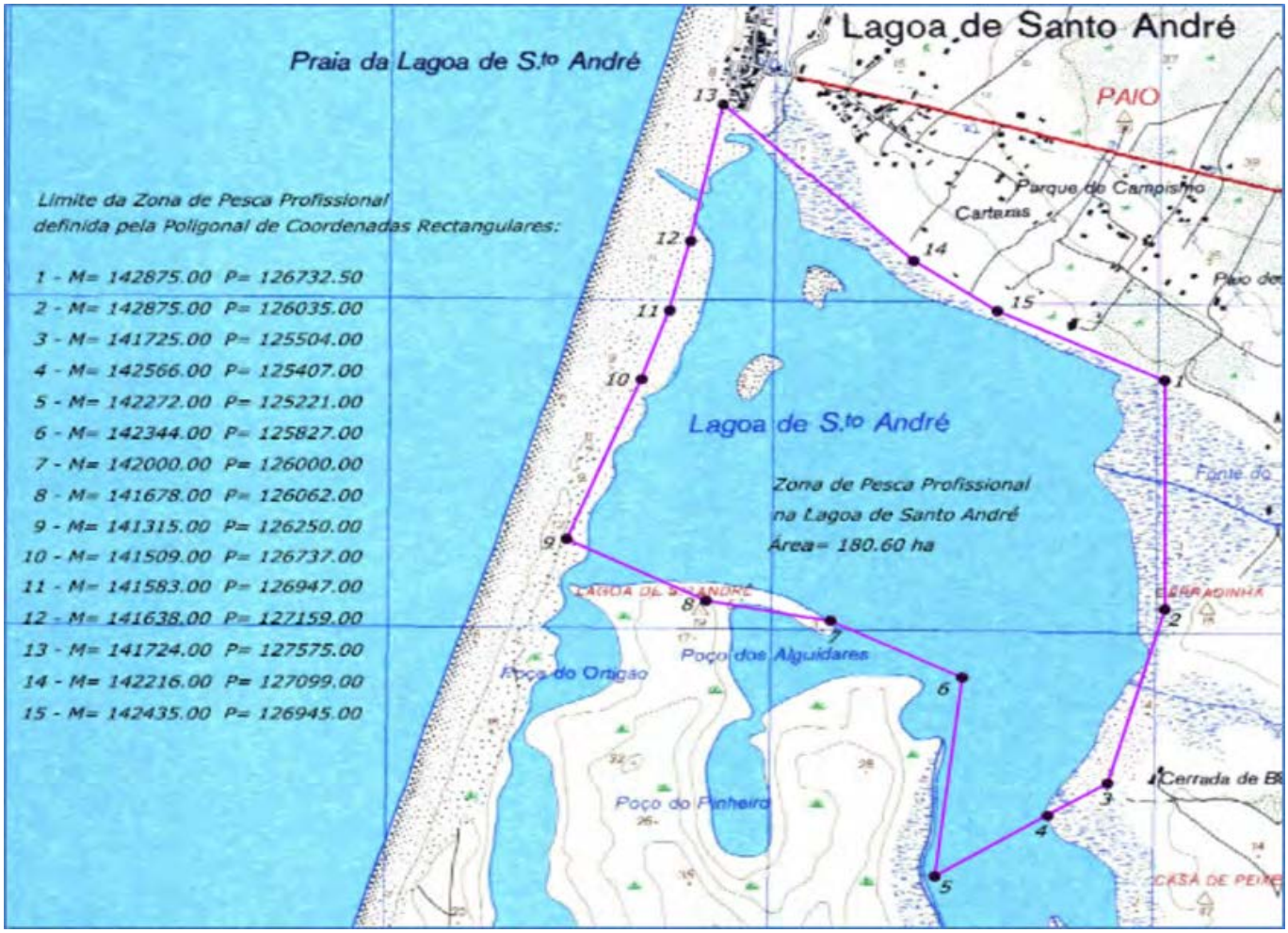

Figura 6 - Área Pesca Autorizada, segundo a Portaria nº 86/2004 de 8 janeiro
Figure 6 - Permited Fishing Area

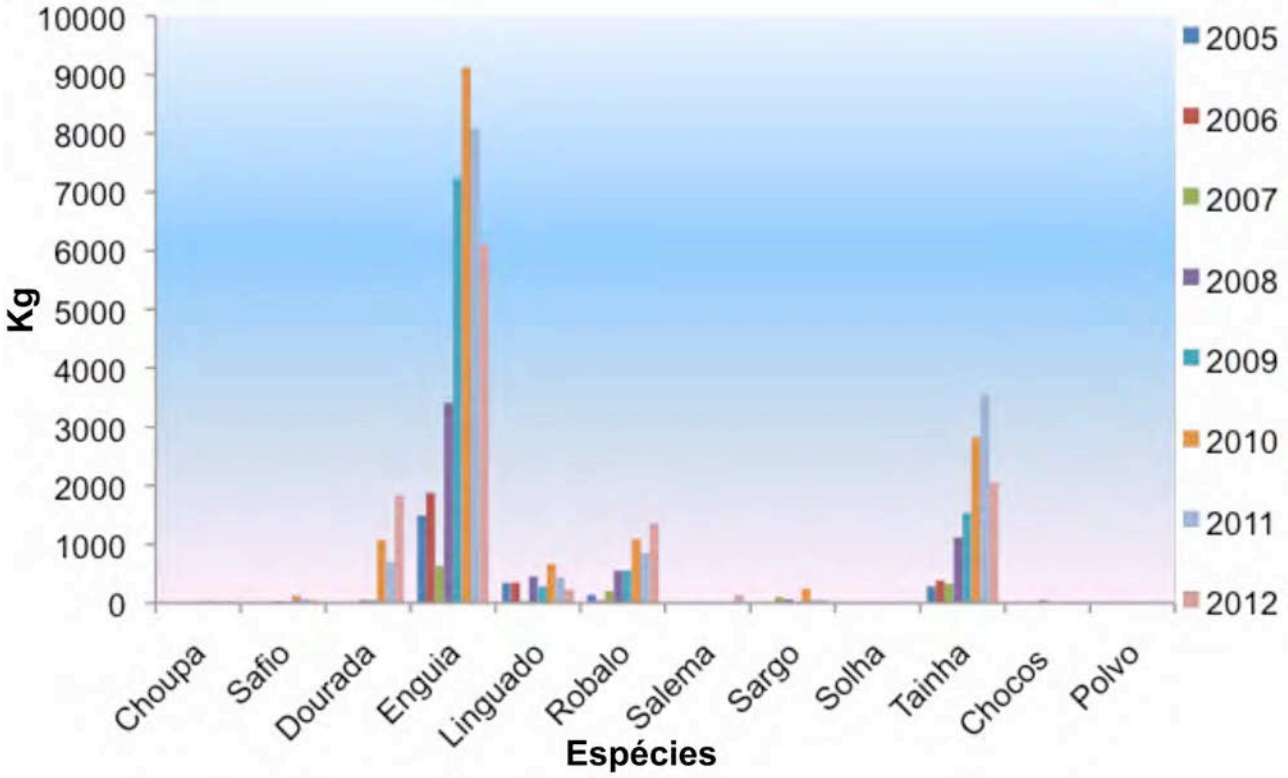

Figura 7 - Gráfico Síntese das Capturas Declaradas na Lagoa S.to André. Baseado em dados do ICNF
Figure 7 - Summary of Catches in S.to André Lagoon

4. Resultados e discussão

4.1. Entrevista à População Local

No âmbito da entrevista semiestruturada à população da Lagoa de S. André – leia-se população piscatória e não outra – e uma vez que restam nesta localidade umas seis famílias de pescadores, houve que credibilizar os seus relatos, através de dois deles, os mais esclarecidos, dos pescadores mais antigos e mais aptos nos seus relatos, que a memória aflora de forma brilhante, sobre a prática da pesca da arte *xávega* no mar e o seu términus. Depois, foi preciso perceber o transporte desta arte para a pesca na lagoa, considerando a alteração das suas dimensões, para um formato muitíssimo menor, com uma malhagem também mais reduzida (malhagem de traineira), mas mantendo o cerco e o saco na proporcionalidade dos alares, o denominado *chinchorro*, ou *chincha* e a inclusão de novos aparelhos, as *nassas*. Foi também abordada a questão do abandono da atividade pelos pescadores e a falta de expectativas geradas pela ausência de planos de investimento e de desenvolvimento sustentáveis, que estes reclamaram de forma vincada no seu testemunho.

Uma particularidade interessante do relato de um dos pescadores entrevistados é que, de facto, "o fim da arte de xávega no mar acontece por volta dos anos sessenta do século XX". Ele próprio relata ainda ter insistido, em 1974, na compra de uma arte semelhante, "de menor porte", utilizando agora um *"saveiro"* mais curto, e teria assim tentado relançar esta tradição milenar; mas, por imperativo da sua proibição, uma meia dúzia de anos depois seria ele o último mestre, que encerraria definitivamente a campanha de pesca no mar na Costa de Santo André (Caniço, *com. pess.*).

Com o fim desta arte, que se tinha verificado anos antes desta sua aventura de reinventar a *xávega*, "já parte dos pescadores profissionais demandavam a pesca de mar em Sines, ficando os restantes a pescar na lagoa por conta de rendeiros, cuja exploração por concessão finda com a queda do Estado Novo, ou seja na revolução de abril de 1974". O que se constata das declarações de Caniço é que, mesmo tendo em conta o decréscimo gradual de pescadores na zona, cujo êxodo é sentido na década de sessenta do século XX, dado o volume de pescado extraordinariamente abundante na lagoa, mesmo sem a *xávega* no mar, "os pescadores, em alternativa, utilizam nos seus lances a arte de pesca de cerco, através da utilização de chinchorros curtos na lagoa" (Caniço, *com. pess.*).

A ausência de alternativas à atividade da pesca é clara no seguinte comentário: "temos muita pena que não haja projetos para desenvolver aquilo…, não fazem nada, nem para os banhistas, nem para os homens dos restaurantes, nem acessos, nada, poderia até ajudar o pescador, não é verdade? Agora vejam o estado a que chegou a zona da antiga povoação, é uma vergonha. Não pensam no desenvolvimento, é só promessas e andamos nisto há anos e anos; como é que uma pessoa

resolve a vida sem ser na pesca? Não há alternativas" (Caniço, *com. pess.*).

Em síntese, poderemos inferir que, com o fim da arte antiga de pesca de cerco no mar da Costa de Santo André, ou arte *xávega*, cujas *companhas* envolviam os pescadores locais em número bastante considerável, e, naturalmente, por falta de recursos e de estímulo para continuar, parte desta gente procura formas alternativas de pesca noutros lugares. Os que ficam passam a dedicar-se à pesca na lagoa, agora não apenas como alternativa nos Invernos tempestuosos, mas como recurso possível, por conta dos rendeiros locais, no período permitido por lei. A arte utilizada, mais não era do que a *chincha*, igualmente uma pesca de cerco, agora reduzida nas suas dimensões, sem a exigência de contingentes ou companhas como as que eram necessárias para a faina no mar, bastando uma meia dúzia de homens por arte para os lances na lagoa.

4.2. Entrevista a Decisores Locais

Inquirida a chefia de Divisão da Gestão Urbanística da CMSC (Câmara Municipal de Santiago do Cacém), esta respondeu ter conhecimento de um plano de pormenor "**aprovado irá para mais dez anos**, com uma visão voltada para o turismo mas que, dadas as condicionantes socioeconómicas anteriores e vigentes, não foi possível avançar no terreno, dadas as onerosas infraestruturas necessárias e incomportáveis para o município em termos financeiros e pela inexistência de parcerias com entidades privadas" (Grade, *com. pess.*).

Em contrapartida, o ICNF, na pessoa de um dos seus técnicos superiores, sobre o mesmo assunto, referiu "desconhecer qualquer plano de reabilitação ou de promoção da economia local, adiantando estar em curso para breve, a criação de uma carta de desporto na natureza, reguladora de atividades de animação ambiental, turística e desportiva" (Nogueira, *com. pess.*).

Tais declarações são reveladoras da ausência de uma estratégia coerente para o desenvolvimento económico da região, em particular nas artes de pesca sustentável.

4.3. Questionário aos Pescadores

Tendo presente a metodologia da investigação adotada neste estudo, salientamos neste capítulo os principais problemas identificados pelos pescadores na pesca na Lagoa de Santo André e também a notória perda de qualidade ambiental a que a lagoa está sujeita.

Aduzem os pescadores de forma síncrona que as áreas marcadas para o exercício da pesca são calculadas em função do afastamento exagerado das margens da lagoa, e que a posição dos marcos delimitadores leva, por vezes, a que surjam erros de posição na colocação dos seus aparelhos de pesca, sujeitando-os a pesadas multas. Também referem os mesmos pescadores, que tais coordenadas os colocam em zonas de pouco pescado e fundos exagerados, e que deveria haver uma maior aproximação a terra, em função da volumetria da lagoa, que é variável ao longo do ano; "andam com uns aparelhos de medir, os tais GPS e uma pessoa quando sabe, ou não sabe, tá a levar com eles" (Inquirido nº 2).

Explicando, referem, a área em que lhes é permitido pescar, detém grande profundidade e tendo os alares das nassas a altura de 1 pano (2m aprox.), o peixe não é canalizado eficazmente para o saco da captura; "querem é acabar com os pescadores e que a gente morra ali. Quem é que consegue espetar uma cana numa fundura daquelas? Não percebem nada de nada e não ouvem a gente" (Inquirido nº 22). "Tal seria ultrapassado, deixando pescar mais junto às margens, orientando o pescador as dimensões destes aparelhos, em função da necessidade da pesca e não por imposição avulsa e prejudicial, o pescador é que sabe e escolhia a rede segundo e conforme a posição junto à terra" (Inquirido nº 19).

Uma opinião comum dos pescadores, é de que a lagoa necessita ser desassoreada de forma cirúrgica, sob pena de daqui a poucos anos, a termos apenas na memória, transformando-se num charco infecto, se não forem tomadas medidas urgentes.

Apontam entre outras razões, a falta de limpeza dos cursos de água que nela desaguam, não permitindo o seu enchimento em plenitude, a falta de fiscalização relativa a descargas de efluentes nas suas ribeiras, com a consequente deposição de matéria lodosa no seu fundo. A isto acrescentam a abertura ao mar em condições pouco estudadas, em que o fecho da lagoa permite a deposição de toneladas de areia vinda do mar, fruto de maresias lentas e marés pouco propícias, encurtando a área de banhos e diminuindo drasticamente a profundidade na zona leste, ou lameira. Um deles clarifica: "aquilo tem mesmo precisão de ser visto, a *alagoa* está cada vez mais baixa, qualquer dia é um rolo de mato molhado, aquilo bastava tirar a areia onde a água corre para o mar, ali nos *urinos"* (Inquirido nº 14).

***

Os resultados obtidos nos inquéritos e na recolha documental confirmam a existência de problemas relacionados com as condições ambientais da Lagoa e com as condições da pesca, apresentadas na Tabela 1. Esta listagem foi apresentada aos diferentes atores-chave durante o *workshop* para que eles realizassem a sua priorização, num processo de votação, a fim de se encontrarem os três itens mais votados e que, considerados os mais relevantes, fossem sujeitos a discussão e apresentação de propostas de solução igualmente por sufrágio.

4.4. O *Workshop* e seus resultados

Vinte e um atores-chave estiveram presentes no *workshop*. Incluíam pescadores da lagoa (16), AAPACSACV - Associação de Armadores da Pesca Artesanal e do Cerco do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (2), APA - Agência Portuguesa do Ambiente (1), ICNF (0), Quercus (1), JFSA - Junta de Freguesia de Santo André (1), CMSC (0), Agentes económicos locais (2).

No início foi apresentado um enquadramento da lagoa e os principais problemas a que esta estava sujeita, que tinham resultado dos trabalhos anteriormente desenvolvidos. Posteriormente, os participantes organizados em grupos de trabalho mais pequenos tiveram oportunidade de analisar a listagem dos problemas principais (Tabela 1). Daí deviam selecionar os três problemas mais votados, com vista ao apuramento das respectivas soluções. O passo seguinte consistiu na discussão por cada grupo de trabalho, para que apresentassem soluções até um número de cinco para cada um dos problemas mais votados, soluções que mereceram posteriormente o voto individual dos atores conforme o apresentado na tabela 2.

Não obstante a ausência do ICNF no workshop, os resultados foram-lhe transmitidos em tempo devido, para conhecimento e apreciação.

Tabela 1: Problemas na Lagoa de Santo André resultantes dos inquéritos e da recolha documental.

Problemas de Qualidade do Ambiente
1º - Excessivo assoreamento.
2º - A falta de limpeza dos cursos de água que nela desaguam, não permitindo o seu enchimento em plenitude.
3º - A falta de fiscalização relativa a descargas de efluentes nas suas ribeiras, com a consequente deposição de matéria lodosa no fundo.
4º - A abertura ao mar em condições pouco estudadas, em que o fecho da lagoa permite a deposição de toneladas de areia vinda do mar, que provoca uma diminuição da área de banhos e da profundidade na zona leste, ou lameira.
5º - Ausência de Projetos / Planos de desenvolvimento local.
Problemas da Pesca
6º - Existência de falta de diálogo entre, os atores-chave locais.
7º - Sustentabilidade económica da pesca (baixo custo do pescado).
8º - A Regulamentação da pesca.
8.1º - A acomodação das suas redes e aparelhos.
8.2º - Melhor definição do modo como é permitida a pesca, nomeadamente possível alteração nas dimensões e número de aparelhos autorizados.
8.3º - Alteração do período permitido para a pesca do *remolhão* (atualmente, uma hora antes e depois do por do Sol).
8.4º - Alteração do período de defeso.
8.5º - Melhor definição do perímetro delimitado de pesca

4.5. Propostas de Solução e Recomendações

Este tipo de trabalho de investigação, com envolvimento e participação da população local, espelha, pela natureza da sua temática, não só a importância dos processos de divulgação e da sensibilização à participação da população local nas decisões para a gestão ambiental das zonas costeiras, como traduz a resultante dessa mesma envolvência, com inegáveis proveitos para todos.

De um modo geral, as grandes transformações operadas no seio das comunidades são fruto de tendências e de uma visão cada vez mais voltadas para a globalização, em que os Estados, por força de estratégias e planos de pendor empresarial e económico, equacionam, muitas vezes, a requalificação de zonas de excelência ambiental e social, em áreas de grande potencial produtivo e/ou turístico.

Essas áreas, que se revestem de uma ancestralidade enriquecida pelos saberes tradicionais, ficam, por maioria de razão, em nome do progresso e do ordenamento territorial, irremediavelmente descaraterizadas, fruto do défice cultural, social, económico e da perda de riqueza etnográfica, muitas vezes irrecuperáveis, a que essas alterações estruturantes muitas vezes conduzem.

Num estudo desenvolvido por Vivacqua *et al*. (2009), estes autores referem serem inúmeros os desafios e obstáculos que têm sido observados nestes processos de gestão, em que é requerida a participação dos atores-chave no processo de decisão, dada a ausência de

compromisso e pouca participação dos órgãos públicos, bem como a fraca participação da população local, que muitas vezes se ausenta dos trabalhos, contrariando o princípio da cidadania ativa e participativa, que estabelece que todos os planos de gestão elaborados pelos Estados devem ser desenvolvidos com a participação efetiva dos atores sociais envolvidos no processo.

O estudo em apreciação versa o debate académico sobre a viabilidade de implementação de estratégias alternativas relativas ao desenvolvimento em zonas costeiras protegidas, no cenário da globalização assimétrica, que caracteriza as sociedades modernas, em particular a zona do Estado de S. Catarina no Brasil. A linha de argumentação alude primeiramente a perspectiva de aplicação do conceito de desenvolvimento territorial sustentável ao processo em curso de criação de um sistema de gestão integrada e participativa do litoral. Numa outra abordagem, apresenta uma visão panorâmica do processo de normatização dos instrumentos utilizados no Sistema de Gestão de Unidades de Conservação no Brasil, oferecendo uma síntese do processo de construção do projeto de Gestão Integrada das Unidades de Conservação Marinho-Costeiras do Estado de Santa Catarina. Em seguida, houve que estudar o potencial contido na abordagem territorial do desenvolvimento para a consolidação do processo de integração no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, tendo presente as diversas abordagens requeridas, entre as quais a participação de agentes e atores numa representação interessante do ponto de vista da ampliação da participação das comunidades locais na gestão do património natural e cultural costeiro.

Segundo Santos (2011), no seu trabalho sobre a sustentabilidade relativa ao impacto da criação da Reserva Natural das Ilhas Berlengas (RNB), no seio da comunidade piscatória da cidade de Peniche, houve que modelar procedimentos e organizar uma estrutura de trabalho assente em entrevistas exploratórias feitas a pescadores, bem como a técnicos do ICNB (atualmente, ICNF), que permitiram em fase posterior caracterizar a realidade social encontrada no terreno, com vista ao encontro de soluções e conclusões para a gestão de eventuais conflitos. Relativamente a este estudo, no qual encontrámos similitude entre as duas realidades, a desta população e a da Lagoa de Santo André, tivemos em conta a sua abordagem à gestão dos recursos e sua sustentabilidade, face a um organismo tutelar, bem como seu contributo para o Estado da Arte.

Um outro projeto num contexto semelhante: o MARgov do Instituto do Mar (IMAR), visou capacitar agentes para a mudança, ao nível da governação sustentável dos oceanos, pelo reforço do diálogo entre os atores, assim como realçar a dimensão humana e social na gestão das áreas marinhas protegidas (AMP). Tendo como enfoque a resolução da problemática relativa à governança e à fraca participação dos atores locais na gestão do Parque

Tabela 2: Identificação dos três problemas principais e soluções propostas pelos atores-chave no *workshop*

Três Problemas Mais Votados
1º - Regulamentação da Pesca.
2º - Falta de diálogo entre os atores-chave.
3º - Excessivo assoreamento.
Soluções Propostas - Regulamentação da Pesca
1º - Começar a faina da pesca a 15 de setembro, até a abertura da lagoa ao mar
2º - Rever a regra da pesca do *remolhão* até às 22.00 h
3º - Aumentar a altura das redes – nassas e tresmalho, para 2 panos (4 m) e permitir 40 a 60 nassas para os períodos autorizados (inicial e de continuidade)
4º - Delimitação e aumento do perímetro de pesca.
5º - Agilizar o Regulamento de Pesca adaptando-o à realidade.
Soluções Propostas - Falta de Diálogo
1º - Retomar o convívio do dia 1 de novembro para a promoção do diálogo, com o recomeço da caçada na lagoa neste dia de tradição.
2º - Gestão de diálogo pela autarquia.
Soluções Propostas - Excessivo Assoreamento
1º - Dragar as areias desde a zona da aberta até à Cabana do Peixe.
2º - Boas práticas agrícolas a montante da Bacia Hidrográfica.
3º - Arrasto antes da abertura ao mar.

Marinho Professor Luiz Saldanha do Parque Natural da Arrábida, o projeto regista outro exemplo desenvolvido em Portugal sobre esta temática, tendo obtido resultados assinaláveis ao nível da capacitação de agentes para a governação sustentável dos oceanos, reforçando o diálogo ecossocial na resolução de conflitos, vincando as competências e a corresponsabilização de todos os atores na cogestão participada, modulando saberes e conhecimento, num processo de articulação entre os diversos tipos de conhecimento (tradicional, cultural, técnico-científico), bem como criando sinergias para fomentar a troca de saberes, experiências e boas práticas entre os diferentes atores, visando a construção de novo conhecimento para obtenção de soluções colaborativas (Vasconcelos *et al*., 2012).

No caso da Lagoa de Santo André, assistimos a um processo quase natural, de grande necessidade de ordenamento costeiro, tendo sido desenvolvido nos anos oitenta do século XX, um plano Diretor Municipal de ordenamento urbano que, em rigor, a CMSC, de parceria com o Ministério do Ambiente, executou de forma brilhante, segundo José Eduardo Evangelista Franco Cheis, vereador da edilidade à época, mas aquém das expectativas do desenvolvimento esperado pela população, a quem tinha sido prometida a execução de um plano de desenvolvimento sustentável, ambicioso e que traria mais-valias sociais, económicas e ambientais à região (Cheis, *com. pess*.).

Esta povoação tem a particularidade de ter no seu domínio territorial um espaço lagunar inserido na Reserva Natural das Lagoas de Santo André e Sancha, tendo sido neste enquadramento, espaço lagunar e povoação do mesmo nome, que centrámos este estudo, tendo como matriz a perceção das populações face à sustentabilidade das zonas costeiras.

5. Considerações finais

5.1. Refletindo Sobre os Resultados

A antiga povoação oferece agora um ar desolador e não se vislumbra no imediato que se altere este estado de coisas, carecendo esta zona de um projeto de recuperação que vise a sustentabilidade e o pendor ambiental e económico que dignifique a zona costeira e que com isso promova a equidade social.

No mesmo contexto de ordenamento, é criada a RNLSAS (Reserva Natural da Lagoa de Santo André e Sancha) e, posteriormente, o ICNF, entidade/autoridade que passa a determinar os novos procedimentos, no que à área protegida concerne. A pesca passa a ser regrada sob a chancela legislativa cujas determinações são veiculadas em editais de pesca todos os anos.

A pesca na lagoa continuou e continua, da forma que agora se apresenta. Foi criada a Zona de Pesca Profissional, os pescadores organizaram-se, associaram-se e, acima de tudo, interessaram-se não só pelos seus recursos, enquanto esta atividade lhes pode trazer algum proveito, como pela preservação da lagoa e das espécies que nela habitam.

Este estudo não encontra uma problemática derivada do conceito inicial, que apontava a deslocalização da povoação como fator determinante para que se perdesse, com isso, a tradição, os saberes e o legado da tradição oral, aliados à perda da identidade que caracterizava esta gente. A profunda alteração de paradigma, na qual se inclui a deslocalização desta povoação, é que foi determinante para que fosse esquecida a memória e a tradição, que agora se procura recuperar e preservar.

Na realidade, no âmbito do propósito da referida perceção das populações face à sustentabilidade, encontrámos neste estudo exploratório, matéria digna de nota no que à pesca da lagoa refere, mas também iniciativas autárquicas louváveis, para a preservação da identidade, dos saberes e tradição do povo antigo da lagoa.

Os pescadores são agora uma população envelhecida, vindos na sua maioria da área circundante, em detrimento de uma meia dúzia originária da Lagoa de Santo André, que lutam obstinadamente para que a pesca continue, para que seja possível trazer gente nova a esta faina antiga e para que a lagoa não morra, asfixiada em processos de ordenamento e conservação da natureza que, embora fundamentais para garantir a continuidade dos serviços dos ecossistemas, geram conflito com as populações locais devido a uma ausência de diálogo aberto entre as partes interessadas.

Os resultado dos inquéritos aos pescadores mostram a necessidade de maior discussão e maior envolvimento dos mesmos, desencantados com o estado a que se chegou, mormente pela falta de diálogo existente entre o ICNF e a sua representante, a AAPACSACV, conscientes de que, unidos e sendo ouvidos, pode muita coisa mudar e melhorar a bem do interesse geral, disponibilizando-se para estarem presentes sempre e quando instados a fazê-lo, para que alguns dos seus anseios pudessem ser ouvidos ou pudessem ser esclarecidos para um entendimento cabal das limitações impostas pelo ICNF, através dos seus Editais.

Algo na realidade mudou de forma inequívoca. Veja-se que, ao manterem-se cerca de trinta a trinta e cinco pescadores no ativo, pese embora o registo discutível das suas capturas, podemos concluir que o valor médio do total pescado por ano, se nos centrarmos apenas nos últimos três anos (os melhores), rondará as 13 toneladas/ano.

Se considerarmos um valor médio de 10 €, o preço/kg do pescado no seu todo, chegamos ao seguinte raciocínio: 1300/35 x 10/12 = 309 €, o que é o rendimento mensal, sujeito a carga fiscal. Porém,

frequentemente, tal não sucede, dado que grande parte do pescado entra diretamente na alimentação das famílias. Ou seja, o investimento em embarcações e aprestos, licenciamentos e outros custos também financiam generosamente esta arte antiga, não deixando morrer a tradição, sendo pouco compensatória em termos de proveitos, só sendo possível, porque, na sua maioria, os pescadores detêm outras fontes de rendimento para a sua subsistência.

Os pescadores pretendem que se criem condições para a acomodação das suas redes e aparelhos e que sejam estudadas alterações ao regulamento da pesca, nomeadamente no que se refere às dimensões e número de aparelhos autorizados, à alteração do período de defeso, ao perímetro delimitado de pesca; pretendem também que se olhe para as condições de equilíbrio do ecossistema, permitindo a intervenção sustentável do homem para o seu restabelecimento; e pretendem ainda que, acima de tudo, o saber científico não descure a sabedoria popular e saibam comunicar sem complexos, para que se não perca esta joia lagunar, berço milenar de tradições, de um equilíbrio extraordinário e fonte de rendimento para os homens e mulheres que souberam, em tempos idos, dignificar a arte da pesca na lagoa, levando o seu pescado ao reconhecimento da sua superior qualidade, apreciado aquém e além-fronteiras.

Em síntese, existe na comunidade piscatória a consciência e uma preocupação ambiental no que ao equilíbrio e manutenção do ecossistema lagunar diz respeito, a par de uma preocupação económica que visa a recuperação do espaço envolvente e uma outra, porventura mais premente tendo em conta a sua atividade, que aponta a regulamentação da pesca, que consideram lesiva dos seus interesses, acentuando a manifesta falta de diálogo entre a sua associação e o ICNF.

O problema ligado à pesca surge de forma abrangente, multidisciplinar, ou seja: ele centra-se em três eixos, nomeadamente, a pesca, o ambiente e o desenvolvimento económico, que os atores-chave do referido workshop elegeram como prioritários.

O ICNF refuta parte das propostas colocadas pelos pescadores, considerando algumas dignas de nota, mas diz-se desencantado pela incapacidade criada no processo de comunicação entre os atores.

5.2. Sugestões de Propostas Futuras

Para que fossem aclaradas as discussões sobre este relato, entendemos apresentar um conjunto de medidas a serem implementadas, de forma a melhorar a gestão integrada desta zona costeira:

- O desenvolvimento de uma estratégia ou um plano integrador de cariz ambiental, social e económico, que promova a qualidade e sustentabilidade a todos os níveis desta zona do país de reconhecido potencial;
- A requalificação da bacia hidrográfica, ao nível da recuperação da área volumétrica da lagoa, bem como o restabelecimento de procedimentos que evitem a degradação das suas águas em processos de eutrofização, promovendo regras e fiscalização a montante.

Propõe-se ainda que, no terreno, o ICNF possa articular a melhor solução e procedimentos que promovam, respetivamente:

- A fiscalização e controlo de efluentes lançados nas linhas de água que desaguam na lagoa;
- A execução de boas práticas agrícolas, bem como a intervenção e acompanhamento dos trabalhos ao nível da limpeza de margens de cursos de água ou outros que, potencialmente, possam provocar o transporte de matéria residual para a lagoa;
- O diálogo e participação efetiva de todos os atores-chave na elaboração de regulamentos de pesca profissional;
- A avaliação de opiniões de cariz popular, sustentadas em saberes ancestrais, quer sobre a pesca, quer sobre o ambiente;
- O esclarecimento oportuno dos pescadores sobre a determinação de atitudes legislativas e outras ações de formação que possam, na ausência de informação, poder gerar conflitos;
- A comunicação, na vertente relativa à eficiência e eficácia, para que se não perca o diálogo;
- Pugnar pelos legítimos interesses do ambiente e pela preservação e melhoria da qualidade do espelho de água lagunar;
- A resolução da problemática pesca e pescadores, consensualizando soluções que satisfaçam as partes, propondo, pela justeza argumentativa, alterações ao quadro legislativo, sempre que o momento o justifique, tornando os modelos harmonizados, não estáticos e não redutores;
- A participação de entidade exterior que modere a discussão dos problemas ou que facilite a comunicação entre os atores-chave, no sentido da resolução de diferendos resultantes de falha na comunicação entre as partes.

As regras, normas e a consciencialização para a questão ambiental, carecem de um sentir instituído por práticas didácticas e pedagógicas com alcance global, que envolva todos os atores, numa ética ambiental e de responsabilidade social, acrescida da participação dos Estados em termos de legislação, que conduza aos princípios da prevenção, do desenvolvimento sustentável, e da defesa dos recursos naturais.

"A Constituição portuguesa estabelece um conjunto de princípios fundamentais em matéria de ambiente – como seja o da prevenção, o do desenvolvimento

sustentável, o do aproveitamento racional dos recursos, um processo forçosamente lento de consciencialização social e de integração efetiva no ordenamento jurídico de novas ideias" (Silva, 2002).

5. 3. Conclusões

A perceção das populações locais face à sustentabilidade das zonas costeiras, no caso da Lagoa de Santo André, foi o tema escolhido para a elaboração deste estudo exploratório.

A conclusão final deste projeto demonstra inequivocamente que a perceção das populações face à sustentabilidade da zona costeira em estudo, não detém a esperada correspondência e situa-se num nível de enorme contestação, relativamente à gestão do ICNF, o que, no entender do explorador, deriva de uma má estratégia ao nível da comunicação entre os atores-chave do processo.

Ou seja, por esse motivo, instalou-se o descrédito na população relativamente a projectos em geral e aos que visem a preservação ambiental no que ao espelho de água se refere, assim como à implementação de iniciativas que potenciem o desenvolvimento económico desta região ou que promovam a informação sobre a atividade de seu interesse, a pesca na lagoa.

Podemos concluir estar em presença de um caleidoscópio de problemas que são sentidos por todas as partes envolvidas no processo da sustentabilidade desta zona costeira e que são aguardadas, com premência, decisões e projetos emanados da gestão pública e organismos ao mais alto nível, tendo sido apresentadas neste estudo exploratório, possíveis soluções que podem levar a uma melhor gestão desta zona da orla marítima no quadro da área lagunar.

Realçamos a importância de ser equacionada a participação de uma entidade facilitadora, que modere a discussão dos problemas ou que facilite a gestão de conflitos entre os atores-chave, concluindo-se ser a falha na comunicação entre atores, o principal problema encontrado pelo explorador neste projeto.

No quadro de desenvolvimentos futuros, é reconhecida a premência de estudos continuados que avaliem e monitorizem a efetivação de editais e o grau de satisfação das partes envolvidas no processo, com enfoque para a comunidade piscatória da Lagoa de Santo André.

Referências bibliográficas

Bogdan, R.; Biklen, S. (1994) - Características da Investigação Qualitativa. *In: Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*, pp.47-51, Porto Editora, Porto, Portugal. ISBN: 978-9720341129. (disponível em http://www.sepq.org.br/IIsipeq/ anais/pdf/poster1/05.pdf).

Dias, J.A.; Mahiques, M.M.; Cearreta, A. (2012) - Gestão Costeira: Resultado de uma Relação Dúbia entre o Homem e a Natureza. *Revista da Gestão Costeira Integrada,* 12(1):3-6. DOI: 10.5894/rgci331.

ERENA (2005) - *Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Lagoas de Santo André e da Sancha. 1ª fase - Caracterização. Parte 1: Estudos de base.* 130 p., ERENA – Ordenamento e Gestão de Recursos Naturais, Lisboa, Portugal. *Não Publicado*.

Escoval, A.; Silva, C.T. da; Freitas, C.; Pereira, F.M.; Bernardo, J.M.; Matias, J.; Fonseca, L.C. (2003) – *O Homem, a Terra e a Lagoa*. 40 p., Cadernos do Património, Câmara Municipal de Santiago do Cacém, Santiago do Cacém, Portugal.

Presidência do Conselho de Ministros (2009) - Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009 [Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira]. *Diário da República* [8 de Setembro], 1.ª série, 174:6056-6088, Lisboa, Portugal. Disponível em: http://dre.pt/pdf1sdip/2009/09/17400/060560 6088 .pdf.

Fonseca, L. Cancela da.; Bernardo, J.M.; Costa, A.M.; Cruz, T. (1993) - Lagoa de Santo André: Sistema Litoral Produtivo mas Frágil. *Actas do Encontro sobre a Lagoa de Santo André*, pp. 29-42, Associação Cultural de Santiago do Cacém, Portugal.

Gerhardt, C.H.; Almeida, J. (2005) - A dialética dos campos sociais na interpretação da problemática ambiental: uma análise crítica a partir de diferentes leituras sobre os problemas ambientais. *Ambiente & Sociedade*, 8(2):53-84, Campinas, SP, Brasil. DOI: 10.1590/S1414-753X2005000200004.

Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (2012) - *Decreto-Lei n.º 135/2012* [Orgânica, Estatutos e Organograma do ICNF]. *Diário da República* [*29 de junho de 2012*], 1.ª série,125:3326-3330, Lisboa, Portugal. Disponível em http://dre.pt/pdf1sdip/2012/06/12500/03326 03330.pdf.

Leal, C.R.B. (2012) - *Comunidades tradicionais da zona costeira cearense*. *Uma Análise da Percepção dos Diferentes Atores Sociais de Canoa Quebrada e Vila do Estevão Sobre o Processo de Modernização Vivenciado por Essas Populações*. 151p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível em http://www.repositorio. ufc.br/handle/riufc/4022

Luyet, V.: Schlaepfer, R.; Parlange, M.B.; Buttler, A. (2012) - A framework to implement Stakeholder participation in environmental projects, *Journal of Environmental Management,* 111:213-219. DOI: 10.1016/j.jenvman.2012.06.026

Madeira, J. (1993) - Santo André no século XIX: O Homem e a Lagoa. *Actas do Encontro sobre a Lagoa de Santo André*, pp. 45-64, Associação Cultural de Santiago do Cacém, Santiago do Cacém, Portugal.

Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas (2004) – *Portaria nº 86/2004* [Zona de Pesca Profissional na Lagoa de Santo André]. Diário da República [*8 de Janeiro de 2004*], 2ª Série, 6:227-229, Lisboa, Portugal. Disponível em http://dre.pt/pdf2sdip/2004/01/006000000/0022700229.pdf

Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (2000) - *Decreto Regulamentar nº 10/2000* [Reserva Natural das Lagoas de Santo André e Sancha]. Diário da República [*22 de Agosto de 2000]*, 1ª Série-B, 193:4240-4245, Lisboa, Portugal. Disponível em http://www.dre.pt/pdfgratis/2000/08/193B00.PDF

Quivy, R.; Campenhoudt, L.V. (1998). - *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. [tradução do original francês Manuel de

recherche en sciences sociales, Dunod, Paris, 1995]. 284 p., Gradiva, Lisboa, Portugal. ISBN: 978-9726622758

Santos, A. (2011) - *O Papel dos Conhecimentos e dos Modos de Vida Local no Desenvolvimento Sustentável, Estudo Exploratório Sobre o Impacto da Reserva Natural das Ilhas Berlengas na Comunidade Piscatória.* 135 p., Dissertação de Mestrado em Cidadania Ambiental e Participação, Universidade Aberta, Lisboa, Portugal. Disponível em https://repositorio aberto.uab.pt/handle/10400.2/1938

Serrano, G.P. (2004) - *Investigación Cualitativa I: Retos e Interrogantes – Métodos*. 232 p., La Muralla, Madrid, Espanha. ISBN: 978-8471336286.

Silva, A.M. (1869) - *Annaes do Município de Sant´iago de Cacem*. 280 p., Imprensa Nacional, Lisboa. Portugal. Disponível em https://archive.org/details/annaesdomunicipi00silv

Silva, V.P. (2002) - *Verde Cor de Direito. Lições de Direito do Ambiente.* 294 p., Livraria Almedina, Coimbra, Portugal. ISBN: 9724016528.

Vasconcelos, L.; Caser, U.; Pereira. M.J.; Gonçalves, G.; Sá, R. (2012) - MARGOV Building Social Sustainability. *Journal of Coastal Conservation*, 16(4):16:523-530, DOI: 10.1007/s11852-012-0189-0.

Vasconcelos, L.T. (2006) - O Exercício da Cidadania pela Participação Popular. *In: Um Outro Mundo é Possível…mas Não Será Fácil!,* pp.21-27, Edições Colibri, Lisboa, Portugal. ISBN: 9727726631.

Vasconcelos, L.T., Caser, U. (2011) - Participação e Métodos Interativos na Decisão Ambiental - *Teoria e Prática*. UAB, maio 2011, 16 p., Lisboa, Portugal. *Não publicado*

Vivacqua, M.; Santos R.; Vieira, P.F. (2009) - Governança territorial em zonas costeiras protegidas: uma avaliação exploratória da experiência catarinense. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* (ISSN: 1518-952X), 19:159-171, Editora UFPR, Curitiba, PR, Brasil. Disponível em http://ojs.c3sl.ufpr.br/ ojs/index.php/made/article/viewFile/13759/10891

Wakashima, M.A.; Capellari, B. (2010) - Globalização e Deslocalização, Uma Análise do Crescimento do Turismo Residencial do Mediterrâneo Espanhol e no Litoral Nordestino e Seus Impactos Socioambientais, 11 p., *Revista Iniciação* (ISSN: 2179-474X), 1(1):33-43, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/wp-content/uploads/2013/07/9.pdf

O artigo "Perceção das populações locais face à sustentabilidade dos serviços das zonas costeiras: o caso da Lagoa de Santo André, Portugal", de Santinhos *et al.* (2014), tem informação de suporte disponível on-line em http://www.aprh.pt/rgci/rgci-472_Santinhos_SuplMat.pdf

This article contains supporting information online at http://www.aprh.pt/rgci/rgci-472_Santinhos_SuplMat.pdf

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-482_Araujo.pdf | DOI:10.5894/rgci482

Pescadores Artesanais e pressão imobiliária urbana: Qual o destino dessas comunidades tradicionais? *

Artisanal Fishermen and urban real estate pressure: What is the destiny of these traditional communities?

Ismael Xavier de Araújo[@, 1]; Roberto Sassi[2]; Eduardo Rodrigues Viana de Lima[1, 3]

RESUMO

Este trabalho surge da necessidade de se lançar outros olhares científicos para analisar as comunidades tradicionais de pescadores artesanais, nesse caso, do Litoral Paraibano, Nordeste do Brasil, que já não são mais camponesas, mas que, em parte, ainda possuem vínculos com a pesca, de forma direta ou indireta. Nessas comunidades de pescadores artesanais, a pesca, para muitos, já não se apresenta como atividade econômica principal, e sim secundária, ou até esporádica. A diminuição na quantidade de pescados por causa da sobrepesca e da degradação ambiental, como também o processo de urbanização do Litoral Paraibano, inserido no contexto nacional brasileiro, geram pressão imobiliária sobre as comunidades tradicionais e as modificam. Esses são fatores a serem considerados para se diagnosticar os problemas existentes e tentar apontar possíveis soluções e estratégias de ação, seja pelo Poder Público ou por organizações não governamentais. O objetivo deste trabalho é analisar o processo de urbanização e a pressão imobiliária sobre as comunidades tradicionais de pescadores artesanais nas Praias da Penha e Tambaú, no município de João Pessoa, e em Praia de Lucena, em município homônimo. Em Tambaú e Lucena, a pressão imobiliária urbana sobre as comunidades tradicionais de pescadores artesanais começou na década de 1970. Na praia da Penha, esse processo está ocorrendo na atualidade. Para este trabalho, é adotado o materialismo histórico como método de interpretação da realidade, e a pesquisa participante como método de pesquisa, dentro de uma abordagem qualitativa. Como procedimento de pesquisa, é utilizada a pesquisa em profundidade. Isso implica em dialogar de forma mais extensa com algumas pessoas consideradas relevantes, por suas atividades e seu comprometimento com a atividade pesqueira. Por ser um trabalho de geografia urbana, a pergunta central dos diálogos desenvolvidos nesse tipo de entrevista foi: Como o processo de urbanização vem modificando as comunidades tradicionais de pesca? Os assuntos que fomentaram a discussão foram: Processo de urbanização e mudanças no cotidiano dos pescadores artesanais; Pressão imobiliária em comunidades tradicionais; Desenvolvimento local integrado como possibilidade de permanência da comunidade, ou seja, de não expropriação do espaço geográfico pelo capital; E ainda algumas possibilidades postas numa lógica de diálogo com o tema planejamento urbano, a fim de provocar a discussão na busca da totalidade. As respostas dadas pelos pescadores são sempre muito parecidas, ou até mesmo iguais, pois todos vivem ou vivenciaram o processo de urbanização de suas comunidades pesqueiras. Isso ocasionou mudanças para os/nos pescadores, com relação à moradia e ao interesse sobre onde e em que trabalhar. A incredulidade dos pescadores na melhoria das condições de trabalho e na qualidade de vida contribui para que esses profissionais não queiram que seus filhos sigam a profissão dos pais. Dizem os pescadores que o mar é perigoso; que é melhor para os filhos estudarem e se qualificarem em profissões disponíveis no espaço urbano, em que agora estão inseridos. Segundo os pescadores entrevistados, o saldo desse descontentamento é a diminuição, em cerca de 66%, do número de

[@] Corresponding author: <araujoismael@hotmail.com>

[1] Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação Geografia - PPGG (Doutorado), Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Cidade Universitária - Campus I, 58059-900 João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: <araujoismael@hotmail.com>

[2] Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Sistemática e Ecologia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Cidade Universitária - Campus I, 58051-900 João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: <sassi_rs@yahoo.com.br>

[3] Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Geografia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Cidade Universitária - Campus I, 58059-900 João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: <eduvianalima@gmail.com>

* *Submission: 3 JAN 2014; Peer review: 12 FEB 2014; Revised: 28 APR 2014; Accepted: 24 JUN 2014; Available on-line:* 14 SET 2014

pescadores profissionais nos últimos 40 anos. O mestre de pesca Manuel, da Praia de Tambaú, calcula que há 40 anos havia cerca de 60 mestres de pesca, ou seja, capitães de barcos. Atualmente, há cerca de 20 mestres. Os entrevistados reclamam que os barcos são pequenos, com cerca de apenas 08 metros. A desorganização da atividade pesqueira, a falta de fiscalização nos repasses governamentais, a falta de acesso a crédito e o analfabetismo ou semi-analfabetismo do profissional contribuem significativamente para que essa atividade produtiva seja desinteressante para os familiares dos pescadores artesanais. Ao mesmo tempo, os pescadores da praia da Penha se encontram otimistas com a chegada de condomínios residenciais e com a possibilidade de vender sua produção pesqueira aos novos vizinhos, sem a necessidade de atravessadores. Mas, com o surgimento de novos postos de trabalho, também surge o temor de serem removidos, como ocorreu em Lucena e Tambaú. Por causa do processo de desterritorialização das comunidades tradicionais de pesca artesanal no Brasil, setores da sociedade civil organizada vêm se articulando para discutir e exigir do Governo Federal a regularização e demarcação dessas comunidades. Por isso, este artigo contribui para as reflexões sobre as comunidades de pescadores artesanais, a partir de temas como espaço urbano, moradia e possibilidades de emprego e renda para os pescadores artesanais, considerando a gestão costeira a partir da lógica do desenvolvimento local integrado. Para tanto, a discussão evolui considerando aspectos inter-relacionados ao tema, como turismo, cultura, pressão imobiliária e possibilidades de permanência dos pescadores em suas comunidades tradicionais. Nesse sentido, são propostas algumas diretrizes de cunho urbano para tratar de problemas que são urbanos, pois essas comunidades tradicionais, atualmente, estão inseridas nesse contexto. O espaço se transformou e precisa ser visto a partir de outros olhares. O esforço de desenvolver um trabalho sobre pescadores artesanais que não seja antropológico e etnográfico é motivado pelo interesse de ver profissionais de diversos campos do conhecimento se debruçando sobre essa temática que é significativa para a segurança alimentar de um país. O Brasil é um país com mais de 15 mil dispositivos legais (leis) desconhecidos pelo povo. Também possui quantidade elevada de ministérios federais (39 ministérios) e secretarias estaduais e municipais, geralmente desarticulados entre si e entre as colônias de pesca e associações de pescadores. Essa desorganização contribui apenas para os interesses econômicos de poucas pessoas, que se beneficiam desse suposto caos. Nesse cenário, há as comunidades tradicionais, muito pobres, e um sistema econômico capitalista agressivo. É nesse espaço de contradições socioespaciais que o pescador tradicional se encontra, marginalizado socialmente, economicamente e espacialmente. A Gestão Costeira Integrada deve considerar o processo de urbanização sobre as comunidades tradicionais de pescadores artesanais, pois o afastamento desses trabalhadores das praias, como também a não valorização da atividade pesqueira e de sua complexidade cultural, contribuem para a diminuição do número e da qualidade desses profissionais, relevantes para a segurança alimentar. Nessa perspectiva, a análise das comunidades de pescadores tradicionais deve contemplar estudos sobre equipamentos urbanos e instrumentos de política urbana significativos para os pescadores, que venham assegurar a visibilidade e a permanência desses trabalhadores em seus espaços geográficos.

Palavras-chave: processo de urbanização; moradia; planejamento urbano; pesca artesanal; desenvolvimento local integrado.

ABSTRACT

This work emerges from the need of analyzing the traditional communities of artisanal fishermen with other scientific eyes, more specifically on the coast of Paraíba, northeast of Brazil, which are no longer rustic, but in part, they still have direct or indirect ties with fishing. In these communities of artisanal fishermen, the fishing activity for many is no longer the main economic activity but a secondary or even a sporadic one. The decrease in the amount of fish caused by the overfishing and by the environmental deterioration as well as by the process of urbanization of the coast of Paraíba, inserted in the national Brazilian context, generate real estate pressure on the traditional communities and end up modifying them. These are factors that have to be considered to diagnose the existing problems and to try to identify the possible solutions and action strategies, be it through the government or non-governmental organizations. The objective of this work is to analyze the urbanization process and the real estate pressure on the traditional communities of artisanal fishermen at the following beaches: Praia da Penha and Tambaú, in the municipality of João Pessoa and in Praia de Lucena in the same municipality. In Tambaú and in Lucena the urban real state pressure on the traditional communities of artisanal fishermen started in the 1970s. In Praia da Penha this process is happening currently. The historical materialism was adopted as a method of reality interpretation and the participatory research was chosen as a research method, being part of a qualitative approach for this work. The in-depth research is used as a research procedure. This implies having a more extensive dialogue with some people considered to be more relevant because of their activities and commitment to the fishing activity. For being a work of urban geography, the central question of the developed dialogues in this method of interview was: how has the urbanization process been modifying the traditional fishing communities? The topics that promoted the discussion were: the urbanization process and the changes of the artisanal fishermen's daily routine; the real estate pressure on the traditional communities; integrated local development as a possibility for the community to remain where they live, in other words, of not expropriating the geographical space by capital; and also some possibilities posed in a dialogue with the urban planning theme, in order to promote a discussion in search of the wholeness. The answers given by the fishermen are always very alike, or even the same, because all of them are experiencing or experienced the urbanization process of their fishing communities. This caused changes to the fishermen in relation to housing and the interest in where to work and what to work on. The disbelief of the fishermen in improvements of work conditions and in life quality contributes for these professionals not to want their children to follow their parents' profession. The fishermen say that the sea is dangerous; that it is better for their children to study and qualify themselves for jobs available in the urban space, in which they are now inserted. According to the fishermen interviewed, the result of this discontentment is the decrease in approximately 66% of the number of professional fishermen

over the last 40 years. The master fisher Manuel, of Praia de Tambaú, reckons that 40 years ago there were around 60 master fishers or boat captains. Currently there are approximately 20 masters. The interviewees complain about the boats being small, with only around 08 meters; the disorganization of the fishing activity, the lack of supervision on the allocation of government resources, the lack of access to credit and the illiteracy or semi-illiteracy of this professional contribute significantly for this economic activity to become uninteresting for the relatives of the artisanal fishermen. At the same time, the fishermen from the beach of Penha find themselves optimistic with the arrival of residential condominiums and with the possibility to sell their fisheries production to the new neighbors without the need of middlemen. However, with the arrival of new jobs, the fear of being removed, as it happened in Lucena and in Tambaú, also emerges. Because of the deterritorialization process of the traditional communities of artisanal fishing in Brazil, sectors of the organized civil society have been articulating themselves to discuss and demand from the federal government the regularization and demarcation of these communities. Therefore, this article contributes to reflections about the communities of artisanal fishermen as regards to themes such as urban space, housing and job possibilities and income for the artisanal fishermen, considering the coastal management from the logic of integrated local development. For that reason, the discussion evolves considering aspects that are interrelated to the theme, such as tourism, culture, real estate pressure and possibilities of the fishermen to remain in their traditional communities. Accordingly, some urban guidelines are proposed to address problems that are urban, because these traditional communities currently are inserted in this context. The space was transformed and needs to be seen from other eyes. The effort of developing a work about artisanal fishermen that does not have an anthropologic or ethnographic nature is motivated by the interest of seeing professionals of several fields of knowledge addressing to this theme which is significant for the food safety of a country. Brazil is a country with more than 15 thousand laws, unknown by its people. It also has a high quantity of federal ministries (39 ministries) as well as state and municipal departments, which are generally not articulated amongst themselves and neither among the fishery colonies and fishermen associations. This disorganization only contributes to the economic interests of few people that benefit themselves from this supposed chaos. In this scenario, there are the very poor traditional communities and an aggressive capitalist economic system. It is in this scope of social and spatial contradictions that the traditional fisherman finds himself, socially, economically and spatially marginalized. The Integrated Coastal Management should consider the urbanization process on the traditional communities of artisanal fishermen, because the distancing of these workers from the beaches as well as the non valuing of the fishing activity and of its cultural complexity contribute to the decrease of the number and of the quality of these professionals, who are relevant for the food safety. Under this perspective, the analysis of the traditional fishermen communities should contemplate significant studies on urban facilities and urban policy instruments for the fishermen, which will ensure the visibility and persistence of these workers in their geographic spaces.

Keywords: urbanization process; housing; urban planning; artisanal fishing; integrated local development.

1. Introdução

A atividade pesqueira tradicional proporciona emprego para mais de 90% dos pescadores de captura do mundo, e sua importância para a segurança alimentar e para a mitigação e prevenção da pobreza vem sendo cada vez mais estudada. Todavia, a falta de capacidade institucional e a não inclusão do setor em políticas de desenvolvimento nacionais e regionais limitam a possibilidade de contribuição dessa atividade econômica (Mathiesen, 2012).

A pesca compreende uma atividade de recolecção através da exploração dos recursos biológicos da hidrosfera, considerando os componentes biológicos aquáticos, o meio físico-químico aí existente e a sociedade, recolectando ou predando (Lackey & Nielsen, 1980). De forma artesanal, a pesca tem como objetivo uma grande variedade de espécies de peixes, moluscos e crustáceos. Para captura, são usadas diferentes artes de pesca. Geralmente, a atividade ocorre em zonas próximas à costa, de pouca profundidade. As embarcações utilizadas são de pequeno e médio porte, tripuladas geralmente por até três pessoas (Urbistondo, 2001), que compreendem o capitão da embarcação, denominado mestre, e dois ajudantes, que podem ser aprendizes ou mesmo profissionais.

A Lei Federal brasileira nº 11.959/2009, que estabelece a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, define pesca como toda a operação, ação ou ato tendente a extrair, colher, apanhar, aprender ou capturar recursos pesqueiros. Por sua vez, recursos pesqueiros são os animais e vegetais hidróbios passíveis de exploração, estudo ou pesquisa pela pesca amadora, de subsistência, científica, comercial e pela aquicultura. Ainda de acordo com esse dispositivo legal, pescador artesanal é o trabalhador que pratica diretamente a pesca profissional, de forma autonoma ou em regime de economia familiar, com meios de produção próprios ou mediante contrato de parceria, podendo utilizar embarcações de pequeno porte.

Nesse tipo de atividade extrativista voltada para o comércio, em que o pescado geralmente é repassado para um intermediário, a acumulação de capital praticamente inexiste, de maneira que a pobreza, a baixa escolaridade e a falta de financiamentos públicos e privados são características marcantes no perfil dos trabalhadores que atuam nessa atividade do setor primário da economia.

Isso também implica em moradias de baixo padrão de renda, tornando-os mais vulneráveis à remoção pelo Poder Público ou compra da casa por pessoas com

poder aquisitivo elevado ou grupos econômicos que se interessem pelo espaço litorâneo que os pescadores estejam ocupando, no sentido da apropriação do capital, que, atualmente, compreende a construção de condomínios residenciais fechados ou de lazer, hotéis, resorts, restaurantes, dentre outros equipamentos urbanos que interessam ao capital.

A literatura científica sobre os pescadores artesanais os classifica como camponeses e trabalhadores do mar. Também surgem textos que mostram os pescadores artesanais como apenas trabalhadores do mar. Na pesca artesanal brasileira, a única evolução marcante nas últimas décadas foi na utilização da embarcação, que avançou de jangada e barco a vela para barco a motor, na década de 1960, o que contribuiu para o aumento da produção do pescado e para uma maior mobilidade do pescador. O que é escasso na literatura sobre pescadores artesanais é uma discussão sobre sua situação de moradia quando do avanço da urbanização sobre essas comunidades tradicionais, bem como proposições a esse respeito.

Nos últimos 40 anos, o crescimento urbano acelerado das cidades brasileiras vem alcançando e englobando muitas comunidades de pescadores, transformando o rural em urbano. Isso demanda novas formas de entender a complexidade dessa atividade econômica e, ainda mais relevante, a complexidade do modelo de interpretação dessa realidade, considerando as mudanças na forma e função dessas comunidades tradicionais, o que contribui para proposições que venham analisar o tema 'pescadores artesanais', de maneira mais específica, ou seja, mais direcionada para as suas realidades atuais.

Discutir sobre pesca e pescador artesanal se justifica por se saber que, no Brasil, a pesca artesanal é responsável por 45% da produção de pescado do país, além de empregar 98% dos pescadores do país, com importante contribuição na soberania alimentar. Além disso, garante a renda de mais de um milhão de famílias.

Há muitos espaços geográficos que ainda formam comunidades tradicionais, compondo espaços de moradia, de trabalho e de vida, reproduzindo relações sociais, culturais e econômicas que precisam, além de ser investigadas e diagnosticadas, ser também levadas à discussão no plano de estratégias de ação municipal, a fim de fazer frente ao processo de modificação do lugar de trabalho e de vida que prejudique a reprodução do trabalhador pescador e de seu cotidiano, o que implica, também, analisar o processo de mudanças nos padrões de geração de emprego e renda da comunidade, como também do espaço de moradia, à medida que o urbano e a especulação imobiliária passam a compor o cotidiano.

Este texto segue o seguinte raciocínio: entender como o processo de urbanização brasileira modificou e vem modificando o cotidiano de comunidades de pescadores artesanais; entender o porquê da pressão urbana sobre essas comunidades; para daí, então, poder sugerir algumas diretrizes que venham se desdobrar em estratégias de ação de acordo com os dados até aqui coletados e os argumentos até então postos, considerando as falas de sujeitos sociais que vivenciam as realidades dessas praias.

2. Objetivos

2.1. Geral

Analisar o processo de urbanização e a pressão imobiliária sobre as comunidades tradicionais de pescadores artesanais nas Praias da Penha e Tambaú, em João Pessoa, e em Praia de Lucena, em município homônimo.

2.2. Específicos

- Entender como o processo de urbanização brasileira modificou e vem modificando o cotidiano de comunidades de pescadores artesanais;

- Compreender os motivos da pressão urbana sobre essas comunidades tradicionais;

- Abordar diretrizes que venham se desdobrar em estratégias de ação para a permanência das comunidades tradicionais, frente ao capital imobiliário.

3. Caracterização das áreas

Para entender os novos padrões espaciais de algumas comunidades de pescadores e, também, suas novas relações de trabalho e mudanças no cotidiano, neste estudo, foram analisadas três comunidades de pescadores: A comunidade de pescadores artesanais da Praia da Penha, localizada no setor Leste da Cidade de João Pessoa / PB, inserida no polo turístico do município; a comunidade de pescadores artesanais que residia na Praia de Tambaú, praia urbana mais frequentada da cidade de João Pessoa; e a comunidade de pescadores artesanais que residia na praia central da cidade de Lucena/PB, cidade esta situada ao norte do município de João Pessoa.

As distâncias em relação ao Centro da Cidade de João Pessoa, capital da Paraíba, são: Praia da Penha - 14km; Praia de Tambaú - 07km; Praia de Lucena - 25km.

As coordenadas geográficas decimais da Sede do município de João Pessoa são: Latitude -7.11532 e longitude -34.861; e da Sede do município de Lucena são: Latitude -6.89927 e longitude -34.8691.

Essas praias estão assentadas sobre formações arenosas holocênicas do último período de transgressão-regressão marinha, com altitudes de até 6 metros. Seus sedimentos são formados por areias quartzosas finas. O clima é Tropical Litorâneo Úmido, com chuvas de outono a inverno, precipitação de 1800mm/ano e

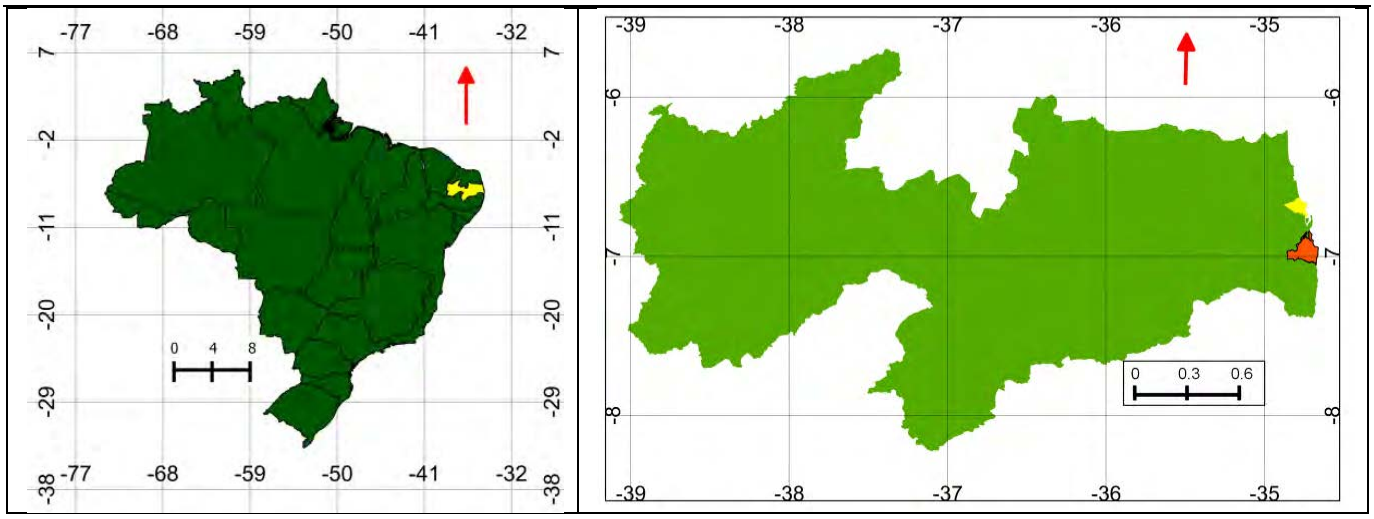

Figura 1 - Mapa de localização do estado da Paraíba em relação ao Brasil, e dos municípios de João Pessoa e Lucena em relação à Paraíba. Fonte: IBGE (2010).

Figure 1 - Location map of the state of Paraíba in relation to Brazil, and of the municipalities of João Pessoa and Lucena in relation to Paraíba. Source: IBGE (2010).

umidade relativa do ar em torno de 76%. As correntes marinhas são de Sudeste-Noroeste, e a plataforma continental possui 50km na costa do estado da Paraíba. Há uma linha on shore, de arrecifes de corais intermitentes e paralela à costa numa distância de 1km.

4. Metodologia

A sociedade está inserida em espaços de disputas desiguais entre grupos e classes de interesses e poderes aquisitivos diferentes e contraditórios. Por isso, a metodologia utilizada neste trabalho, quanto à forma de interpretação da realidade, é alicerçada pelo materialismo histórico, que tem como princípio a análise da realidade como produto histórico da sociedade, dado em determinadas condições postas pelos grupos socioeconômicos dominantes.

Desta feita, a abordagem é qualitativa, considerando o aprofundamento da compreensão das relações sociais dos pescadores. Com relação ao método de pesquisa, este trabalho está alicerçado na pesquisa participante, a qual tem como fundamento a análise de uma determinada realidade a partir da observação dos sujeitos da pesquisa. (Gerhardt & Silveira, 2009).

O procedimento de pesquisa utilizado foi a Entrevista em Profundidade. A finalidade é dialogar por mais de uma vez com os sujeitos da pesquisa. Esses diálogos objetivam compreender as perspectivas que os sujeitos da pesquisa possuem a respeito de seu trabalho e de sua vida, além de experiências cotidianas. O começo do diálogo pode se dar por uma afirmação, uma pergunta, uma interjeição etc., sem haver uma estruturação de perguntas e respostas, o que contribui para que o pesquisador possa adquirir mais conhecimentos sobre o espaço pesquisado e as pessoas que o animam (Taylor & Bogdan, 2008).

Os diálogos com os sujeitos da pesquisa começaram a partir da seguinte pergunta: como as casas de veraneio e os condomínios residenciais de luxo vêm modificando as comunidades tradicionais de pesca?

A partir dessa pergunta, feita para os entrevistados, os diálogos produziram dados semelhantes no discurso de cada um. Daí em diante, sendo as respostas dos sujeitos da pesquisa muito parecidas, se fazia outra pergunta que também foi feita em todos os diálogos: Qual seria a solução para garantir que os pescadores atuais continuassem trabalhando e tendo renda a partir da pesca?

5. Processo de urbanização e mudanças no cotidiano dos pescadores artesanais

Com o avanço das cidades, muitas comunidades tradicionais, como, por exemplo, de pescadores, foram englobadas pela malha urbana, implicando na remoção de comunidades de pescadores, ou até mesmo sua pulverização, dispersão na cidade, causada pela relocação encampada por pessoas que se diziam donas de faixas litorâneas, destinando os terrenos onde ficavam as moradias dos pescadores para o loteamento imobiliário voltado para as casas de veraneio. Esse fenômeno foi bastante representativo no litoral Paraíbano a partir da década de 1970.

Com isso, a atividade pesqueira ainda continuou sendo a ocupação de muitos trabalhadores, mas, a partir daí, muitos pescadores se viram em uma nova condição, a de moradores urbanos. Nesse caso, em duas situações distintas, ou morando em casas localizadas a alguns quarteirões do mar, ou pior, residindo em aglomerados de moradias subnormais, termo mais conhecido no Brasil por comunidades ou favelas, ou mesmo, em muitos casos, nas duas condições ao mesmo tempo.

Dessa forma, padrões de moradias seculares deixam de existir em meses para dar lugar a outra estrutura, a outro ritmo, trazendo consigo novas características de vida no que se torna urbano. Em vários casos, o único padrão que se aprofunda é a pobreza, além da negação pelo capital de o trabalhador permanecer morando na praia e ter a possibilidade de, num futuro próximo, serem o pescador e sua família orientados por empresários que poderiam ser parceiros, ou mesmo o Poder Público, a diversificar sua fonte de renda com atividades voltadas ao turismo e à cultura, como parte integrante de uma comunidade tradicional, por isso diferenciada, oferecendo serviços culturais diferenciados em relação ao que os grandes equipamentos turísticos propiciam.

Os grandes equipamentos turísticos geralmente propiciam o chamado não-lugar. Este é caracterizado pela ausência de diferenciação histórica e cultural em relação aos espaços ao redor, portanto sem identidade. O não-lugar é desprovido de um contexto local e geralmente segue padrões arquitetônicos internacionais, descontextualizados da localidade em que está inserido. Tudo isso em oposição ao lugar, espaço histórico, cultural, onde há relação de identidade entre os habitantes e o ambiente.

Quanto ao campo, é esse um lugar de produção e de obras. A produção agrícola/pesqueira faz nascerem produtos; a paisagem é uma obra. Essa obra emerge de um espaço lentamente modelado, originariamente ligado aos grupos que a ocupam através de uma recíproca sacralização que é a seguir profanada pela cidade e pela vida urbana, que captam essa sacralização, condensam-na e depois a dissolvem no transcorrer das épocas, absorvendo-a na racionalidade (Lefebvre, 2001).

Essa sacralização é aqui entendida como relação de respeito e ética por parte do pescador com o ambiente de praia e com o mar, como também com sua comunidade, que vai se modificando a ponto de se transformar de forma complexa a partir dos novos arranjos espaciais e culturais do espaço urbano, de moradia e até mesmo de localização e distância, que são submetidos pelos grupos econômicos, que buscam ocupar os espaços que antes eram do pescador, chegando ao ponto de famílias de pescadores virem a não se interessar mais por este ofício.

Nesse sentido, o próprio Poder Público torna-se criador privilegiado de escassez, ou seja, contribui para tornar os espaços mais caros e cobiçados, estimulando a especulação e fomentando a produção de espaços vazios dentro das cidades (Santos, 2008), o que contribui para que o capital pressione as comunidades tradicionais de pesca, ou seja, através da força do setor imobiliário, pelo encantamento do pescador no sentido de vender a sua casa e ir morar em áreas mais afastadas da costa, o que irá prejudicá-lo quanto às potencialidades de sua atividade junto a outras atividades econômicas, como turismo, serviços culturais, dentre outros.

Assim, o pescador, transformado em morador urbano, passa a assumir posições diferenciadas nas formas de pensar e agir, pois o modelo espacial que passa a existir ao seu redor e dentro de sua comunidade, a saber, o urbano, muda seu cotidiano e, até mesmo, contribui para direcioná-lo a trabalhar em outras atividades econômicas, pois estas passam a se multiplicar no novo cenário socioeconômico de moradia. Desta feita, essa vida urbana, com sua poluição e ocupações irregulares em áreas ambientalmente impróprias, prejudica a produção pesqueira, o que impele o pescador e seus filhos para outras atividades econômicas, em que a pesca, em muitos casos, passa a ser atividade econômica secundária, e não mais principal, o que vai afastando do ofício as gerações seguintes.

Com a mudança nos padrões espaciais e a complexidade das novas possibilidades de trabalho, as necessidades dos indivíduos da comunidade tradicional se multiplicam, surgindo necessidades criadas, ou seja, que não são básicas, como é primordial comer, beber, morar, dormir bem, dentre outras. As necessidades criadas trazem desejos de possuir melhores roupas, calçados, veículos, eletroeletrônicos etc. Daí o interesse por outras fontes de renda, que passam a concorrer com a pesca, o que consiste no fetiche da mercadoria.

Segundo Marx (1996), o fetiche da mercadoria é a relação social entre os próprios homens, que, para eles, aqui assume a forma fantasmagórica de uma relação entre coisas. Por isso, para encontrar uma analogia, temos de nos deslocar à região nebulosa do mundo da religião. Aqui, os produtos do cérebro humano parecem dotados de vida própria, figuras autônomas, que mantêm relações entre si e com os homens. Assim, o mundo das mercadorias acontece com os produtos da mão humana.

Isso Karl Marx chama de fetichismo, que adere aos produtos de trabalho, tão logo são produzidos como mercadorias, e que, por isso, é inseparável da produção de mercadorias. Esse caráter fetichista do mundo das mercadorias provém, como a análise precedente já demonstrou, do caráter social peculiar do trabalho que produz mercadorias.

Com isso, objetos de uso se tornam mercadorias apenas por serem produtos de trabalhos privados, exercidos independentemente uns dos outros. O complexo desses trabalhos privados forma o trabalho social total. Como os produtores somente entram em contato social mediante a troca de seus produtos de trabalho, as características especificamente sociais de seus trabalhos privados só aparecem dentro dessa troca.

Para tanto, o tempo de trabalho no mar, como pescador artesanal, com o decréscimo do pescado nas últimas

décadas, não passa a ser mais tão vantajoso para o pescador que reside em área urbana, em comparação a outras atividades relacionadas ao espaço urbano, como os serviços de pintor, pedreiro, vigilante, jardineiro, caseiro, garçom etc. Assim, para consumir a mesma quantidade de produtos, ou até mais, a renda da pesca e o tempo para obtê-la se tornam desvantajosos em relação a outras atividades econômicas.

Para denominar a sociedade pós-industrial, ou seja, aquela que nasce da industrialização e a sucede, propomos, aqui, o conceito de sociedade urbana que designa, mais que um fato consumado, a tendência, a orientação, a virtualidade. Isso, por conseguinte, não tira o valor de outra caracterização crítica da realidade contemporânea, como, por exemplo, a análise da "sociedade burocrática de consumo dirigido". O tecido urbano prolifera, estende-se, corrói os resíduos de vida agrária. Essas palavras, "o tecido urbano", não designam, de maneira restrita, o domínio edificado nas cidades, mas o conjunto das manifestações do predomínio da cidade sobre o campo (Lefebvre, 1991).

Esse conjunto das manifestações do predomínio da cidade sobre o campo é percebido na diferenciação dos ritmos de trabalho e vida desses espaços diferenciados. Também são observados nos desejos de consumo, que se aguçam quando a aglomeração de pessoas é maior. No espaço urbano, a maior circulação de informação e de transportes facilita a capacidade de manobrar/ /ditar/dirigir o que a sociedade de massa deve consumir.

Essa imposição das elites para as massas implica em analisar de forma atenta quais são as mudanças que estão ocorrendo nas comunidades de pescadores artesanais que, por algum motivo, ainda estão emersas em áreas urbanas e não foram, ao menos por enquanto, relocadas de alguma maneira pela força do capital, para dar lugar a empreendimentos imobiliários. Capital este que, como criador de necessidades, dentro da lógica do fetiche da mercadoria, também cria até mesmo o interesse do pescador, desavisado ou desiludido, de sair do ambiente de praia para morar em outras partes da cidade, muitas vezes, longe do seu lugar de trabalho, o mar e a praia.

6. Pressão imobiliária em comunidades tradicionais de pescadores artesanais

O crescimento urbano no Brasil foi e ainda é pautado na edificação de áreas em saltos. Esses saltos obedecem à lógica da especulação imobiliária, onde há descontinuidades no processo de urbanização, a fim de que os espaços deixados vazios entre uma faixa urbana construída e outra possam valorizar com o tempo, à medida que a infraestrutura, os serviços público e privados e a circulação de pessoas e mercadorias valorizem ainda mais os vazios urbanos.

A partir da proliferação do automóvel para a classe alta e classe média alta, no final da década de 1970, em João Pessoa, e do aumento de coletivos nas linhas de ônibus, atrelada à política habitacional de construção de conjuntos habitacionais para a população de baixa renda, no período da Ditadura Militar (1964-85), a cidade começou a se expandir rapidamente.

Esse modelo de expansão rápida ou "urban sprawl", como citado por Ojima (2007), surge em meados da década de 1960 e expressa o crescimento descontrolado das aglomerações urbanas norte-americanas, principalmente pela dispersão do padrão suburbano de urbanização. Tal processo ocorreu, nos Estados Unidos, com maior evidência no período pós-Segunda Guerra Mundial, quando a população americana de maior poder aquisitivo buscou, nas áreas mais afastadas dos centros das cidades, melhor qualidade de vida.

O termo "urban sprawl" indica crescimento exagerado da cidade, a partir de práticas como a produção de subúrbios, condomínios horizontais fechados e conjuntos habitacionais populares, localizados nas "franjas" ou bordas urbanas, distantes do centro e da mancha consolidada da cidade. (Ojima, 2007).

No caso de João Pessoa, a cidade nasceu às margens do rio Sanhauá e cresceu em direção às praias marítimas. A partir da década de 1970, as elites buscaram, nas proximidades das praias, lugares afastados das classes menos favorecidas, ao mesmo tempo em que buscaram também estabelecer moradias, num primeiro momento, de segunda residência, adensando o urbano nesses espaços.

Além de se afastarem dos despossuídos, as elites também buscavam usufruir dos ambientes naturais de praia, os quais sempre foram vistos como espaços de lazer. Nesse momento histórico, o espaço de lazer temporário passou, gradativamente, a ser espaço perene de lazer e vida, onde também era, como ainda é, relevante o contato com a natureza.

Santos (2008) afirma que a natureza, hoje, é um valor, e, em termos de processo histórico, ela é social. O valor da natureza está relacionado com a escala de valores estabelecida pela sociedade para aqueles bens que antes eram chamados naturais. Essa valorização incide de modo importante sobre as zonas costeiras dos países periféricos e tropicais. Obviamente, essas praias ensolaradas são produtos de venda fácil para quem tem poder aquisitivo, mercadorias valorizadas para as elites do país e populações dos países temperados e frios. Essa questão, na verdade, cria um potencial de desenvolvimento que pode ser um fator portador de uma multiplicação de serviços, de empregos diretos e indiretos e de circulação de mercadorias, mas que também inclui um potencial de impactos perversos, tanto ambientais como sociais, como tem sido para as comunidades tradicionais de pescadores.

O processo de urbanização, quando chega a uma comunidade de pescadores, não tira deles o caráter de comunidade tradicional. Daí a possibilidade de direcio-

nar políticas públicas nessa perspectiva, para que os trabalhadores pescadores possam permanecer em suas moradias históricas a partir de uma releitura deles por eles mesmos, devidamente interpretada pelos pró-prios pescadores, além de técnicos e cientistas, analisando e propondo possibilidades, contando com a colaboração do Poder Público, tendo em vista a relação de desvantagem socioeconômica dessas comunidades em relação ao capital, pois este tem maior poder de articulação e reinvenção.

Para proteger as comunidades tradicionais, inclusive comunidades de pescadores, foi promulgado no Brasil o Decreto Federal n.º 6.040/2007, que Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, que, no art. 2º de seu anexo, expressa como objetivo geral promover o desenvolvimento sustentável dos Povos e das Comunidades Tradicionais, com ênfase no reconhecimento, no fortalecimento e na garantia dos seus direitos.

Embora todas essas dimensões estejam contempladas no objetivo geral desse Decreto, que insere os pescadores artesanais como comunidade tradicional, essa lei ainda carece de atenção por parte do Poder Público, que não possui a mesma velocidade de ação dos grupos capitalistas, que reinventam formas de se apropriar das terras que interessam à acumulação de capital, de acordo com o tempo e o espaço.

Desta feita, historicamente, as comunidades de pescadores são extintas pelo capital imobiliário, através da expulsão dos pescadores da faixa de praia pelos pretensos donos de faixas litorâneas, seja pelo Estado, que reloca esses trabalhadores para áreas mais distantes da praia, seja por grupos empresariais que chegam com recursos financeiros suficientes para comprarem, Paulatinamente, a preços baixos, as moradias precárias dos pescadores.

Atualmente, é o Decreto Federal nº 6.040/2007 que surge como instrumento jurídico norteador para garantir o pescador em faixa de praia, pois considera Povos e Comunidades Tradicionais como grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição. Assim como entende que Territórios Tradicionais são os espaços necessários à reprodução cultural, social e econômica dos povos e das comunidades tradicionais, sejam eles utilizados de forma permanente ou temporária.

O reconhecimento de que há uma comunidade tradicional em ambiente de vetor de crescimento urbano contribui para que uma determinada zona rural que passa a ser urbana não seja passível de ser removida pelo capital imobiliário, que busca nos espaços litorâneos ambientes para sua constante reprodução, tendo em vista que a visibilidade dos povos e das comunidades tradicionais deve se expressar por meio do pleno e efetivo exercício da cidadania, considerando, dentre outros princípios, o reconhecimento e a consolidação dos direitos dos povos e das comunidades tradicionais, o que implica na permanência no território de trabalho, moradia e vida, como expressa a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais.

7. Comunidades tradicionais de Pescadores Artesanais: Praia de Lucena, Praia de Tambaú e Praia da Penha

A problemática urbana não permite ao pensamento lançar-se na exploração do possível sem precaução. Cabe ao analista descrever e discernir tipos de urbanização e dizer no que se tornaram as formas, as funções, as estruturas urbanas transformadas pela explosão da cidade antiga e pela urbanização generalizada (Lefebvre, 1999).

Nessa perspectiva, para expressar o espaço em termos mais observáveis, podemos entender que, sempre que a sociedade (a totalidade social) sofre uma mudança, as formas ou os objetos geográficos (tanto os novos como os velhos) assumem novas funções; a mutação cria uma nova urbanização espacial. Em qualquer ponto do tempo, o modo de funcionamento da estrutura social atribui determinados valores às formas. Todavia, se examinarmos apenas uma fatia de tempo homogêneo, careceremos de um contexto em que possamos basear nossas observações, uma vez que a estrutura varia conforme os diferentes períodos históricos (Santos, 1985).

Assim, consideramos a urbanização um processo social, espacialmente fundamentado, no qual um amplo leque de sujeitos, com objetivos e compromissos diversos, interage por meio de uma configuração específica de práticas espaciais entrelaçadas. Em uma sociedade vinculada por classes, como a sociedade capitalista, essas práticas espaciais adquirem um conteúdo de classe definido, o que não quer dizer que todas as práticas espaciais possam ser assim interpretadas. Considerando ainda que, sob o capitalismo, o amplo leque das práticas de classe, em associação com a circulação do capital, a reprodução da força de trabalho e das relações de classe, e a necessidade de controlar a força de trabalho permanecem hegemônicos (Harvey, 2005).

A pressão imobiliária urbana que ocorre na Praia da Penha (Fig. 2 e 3) e em seus contornos acontece devido ao processo de periferização das classes mais abastadas, pois a área central (o centro da cidade), à medida que vai aumentando sua dinâmica econômica em comércio e prestação de serviços, deixa de ser confortável como

ambiente de moradia para as classes de maior poder aquisitivo. Com isso, "A elite, a partir do momento em que se inicia o processo de centralização das atividades comerciais e prestações de serviços, começa progressivamente a abandonar suas residências centralmente localizadas, indo residir na periferia". (Corrêa, 2002).

Figura 2 - Vista de parte da Comunidade de Pescadores Artesanais da Penha.

Figure 2 - View of the Artisanal Fishermen Community of Penha.

Em relação ao onde morar, é preciso lembrar que existe um diferencial espacial na localização de residências vistas em termos de conforto e qualidade. Essa diferença reflete, em primeiro lugar, um diferencial no preço da terra – que é função da renda esperada – que varia em função das amenidades e da acessibilidade (Corrêa, 2002). Além de os ambientes de amenidades serem espaços apreciados para a moradia, também o são para o lazer e o entretenimento.

As faixas de praia no Brasil, assim como em diversos países pelo mundo, são procuradas para nelas serem construídos equipamentos turísticos e de entretenimento, voltados para os mais abastados, não só da cidade e da região, mas também de qualquer lugar do planeta. Dessa forma, uma área de praia, na cultura da população litorânea do Nordeste brasileiro, implica em espaço de amenidades, ou seja, possui humidade elevada, propicia a facilidade do banho de mar, sol, espaço natural que culturalmente serve ao lazer e ao entretenimento, à atividade física e à contemplação.

Num primeiro momento, comprar moradias numa comunidade de pescadores pareceria desinteressante para o capital, mas, ao contextualizar a realidade especulativa do espaço urbano em que está inserido o Bairro da Penha e sua comunidade de pescadores, ou seja, em um espaço que já é urbano e, para além disso, zona destinada ao turismo pela Lei de Zoneamento Municipal, mostra a posição estratégica para o capital imobiliário em relação ao Bairro da Penha e sua localização.

Figura 3 - Padrão das moradias dos pescadores.

Figure 3 – Fishermen housing standards.

Nesse contexto, as terras urbanas que hoje estão em posse dos pescadores caracterizariam o espaço de pior localização dessa zona costeira para se adquirir imóveis, tendo em vista que, nesse espaço, vivem pessoas de baixo poder aquisitivo, e que também os outros terrenos ao redor estão loteados para condomínios residenciais de alto padrão, hotéis e equipamentos de lazer e entretenimento, o que torna esses terrenos ao redor bem mais caros.

Todavia, é nos espaços aparentemente desinteressantes para o setor imobiliário que é possível se realizar lucros mais vultosos. A localização é sempre relativa, e, sendo assim, é possível relativizar espaços considerando suas características atraentes. Dependendo do que se venha considerar quando da valorização de uma área, aspectos como segregação socioespacial e lazer tendem a interessar pessoas abastadas, o que desperta o interesse do capital imobiliário.

Do ponto de vista comparativo com outras comunidades de pescadores do estado da Paraíba, podemos observar que a história de apropriação de comunidades de pescadores pelo capital imobiliário, como vem ocorrendo na Praia da Penha, possui características semelhantes com o que já aconteceu na década de 1970 em Tambaú, praia central de João Pessoa (Fig. 4), atualmente com sua orla ocupada por hotéis e prédios residenciais que servem a pessoas com alto poder aquisitivo.

Isso também ocorreu em Lucena, município que atualmente tem a sua orla ocupada por casas de veraneio, pousadas e loteamentos (Fig. 5). Naquele momento histórico, nos dois casos (Tambaú e Lucena), pessoas mais abastadas compraram casas e terrenos, onde moravam os pescadores, de pessoas que se consideravam donas dessas terras. O saldo social é a atual situação de moradia desses pescadores, que estão,

em grande parte, no aglomerado de moradias subnormais São José, entre os bairros nobres de Tambaú e Manaira, em João Pessoa; e na "comunidade" Carrapeta, em Lucena.

Figura 4 - Deslocamento dos pescadores de Tambaú para a comunidade subnormal São José, em João Pessoa.

Figure 4 – Movement of the fishermen of Tambaú to the ghetto São José, in João Pessoa.

Figura 5 - Deslocamento dos pescadores da praia de Lucena para a comunidade subnormal Carrapeta, em Lucena.

Figure 5 – Movement of the fishermen of Lucena to the ghetto Carrapeta, in Lucena.

Para entender como foi o processo de relocação ao qual os pescadores da Praia de Lucena e da Praia de Tambaú foram submetidos, tanto pelo poder público como pelos capitalistas donos destas terras praianas, vejamos os depoimentos de pescadores das duas praias, como também o depoimento de um pescador da Praia da Penha, onde o processo de urbanização da área, que vem ocorrendo há alguns anos, passa a comprometer a permanência dos pescadores. Com isto, objetiva-se compreender o processo de expropriação que ocorreu no passado para os pescadores de Lucena e Tambaú, e como está ocorrendo atualmente para os pescadores da praia da Penha.

7.1. Depoimento do presidente da Colônia de Pescadores de Lucena, Severino Amâncio (53 anos), sobre a Praia de Lucena

Morei na beira da praia. Os proprietários davam um canto na beira da praia quando se pedia um pedaço de chão. Terreno de praia até à década de 1970 não tinha valor. Entre os pescadores, se dizia que quem vivia em praia era aratu[1]*. A maioria dos pescadores recebeu terreno em troca para sair da praia. Quando moravam na praia, os pescadores não tinham permissão de construir casas de alvenaria. Viviam em casas de palha e chão batido* (Fig. 6).

Hoje, a pressão é sobre as caiçaras[2] *dos pescadores: os veranistas não querem que os pescadores façam caiçaras em frente às suas residências.*

Figura 6 - Casa de palha de um pescador ao lado de uma casa de veraneio, de alvenaria, em 1980, no município de Lucena. Fonte: Ana Cornélio Madruga

Figure 6 - Straw house of a fisherman next to a summer house made of brick in 1980 in the municipality of Lucena. Source: Ana Cornélio Madruga

A pesca como atividade principal gera apenas um salário mínimo (R$ 678,00 reais, o que equivale, em 13/04/2014, a $312,44) *por mês, em média. Muitos pescadores hoje já deixam de pescar para fazer outras atividades que sejam mais lucrativas. A pesca como primeira atividade só daria certo com embarcações mais apropriadas. Hoje em dia, o pescador tem medo de mandar o filho para o mar. A situação do pescador é penosa, pois é difícil de viver. Se eu pesco e tenho filho, eu não quero que ele vá para o mar. Hoje em dia, tem muitas profissões, muitas possibilidades.*

---

[1] Esse caranguejo também é chamado de Maria Farinha. Tem coloração branca e amarelada, e tem como habitat as areias de praia.

[2] Palhoça que serve como depósito para armazenamento de apetrechos de pesca dos pescadores. As caiçaras são construídas nas areias de praia pelos pescadores. Exemplos de petrechos de pesca são: rede, jangada, linha, anzol e canoa. Há algumas décadas, os pescadores moravam em palhoças semelhantes às caiçaras.

Essa pesca que temos aí não dá para tirar mais de um salário mínimo por mês. A gente pesca, no máximo, a vinte milhas, muitas vezes em barcos pequenos, de até oito metros, para ir num dia e voltar no outro. Não temos dinheiro para melhorar nosso trabalho. O governo oferece empréstimos, mas não temos como fazer empréstimos porque não temos como dar garantias, pois não temos bens.

7.2. Depoimento do pescador Claudemar (Vavá, 62 anos), sobre a praia de Tambaú

Tambaú começou a crescer a partir de 1955. Até aí só existiam pescadores na praia. O hotel Tambaú (Fig. 7)*, construído em 1978, atraiu o crescimento. A caiçara dos pescadores ficava onde fica o hotel Tambaú. Eu cheguei em 1966. Nesse ano, Tambaú já estava loteado até o que hoje é a Avenida Rui Carneiro. Essa avenida ainda não existia nessa época.*

Figura 7 - Em primeiro plano, uma jangada; ao fundo, Mercado de Peixes e Hotel Tambaú.

Figure 7 - A raft and, in the background, part of the Fish Market and of the Hotel Tambaú.

Os pescadores moravam na atual Av. Franca Filho, no atual bairro de Manaíra, e na Avenida Olinda, que fica em frente ao hotel Tambaú.

Em 1967, fizeram uma Vila dos Pescadores, perto da Capital Fiat, na Avenida Rui Carneiro. Fica na Avenida Sapé. Na época, o governo fez cerca de 65 casas. Hoje, pescador na Vila, não tem mais de 10 pessoas. A maioria dos pescadores que receberam as casas morreram. Os filhos foram vendendo essas casas e, dos que ficaram, quase nenhum trabalha com a pesca atualmente.

Toda vida o Poder Público mudou como bem queria o lugar do pescador morar, e pescador é bicho besta, tudo aceitava. E, também, quando se dava ao pescador uma casa de alvenaria para ele deixar a de palha, quem é que não queria? O negócio do pescador mesmo é ter a beira da praia dele e um lugar para botar a família.

Hoje, a beira de praia é do turista, mas, na minha época, a beira de praia todo mundo sabia que era do pescador. Lugar de pescador é na beira da praia. Atualmente, a maioria dos pescadores mora na comunidade São José, e o restante, em bairros pobres da cidade.

Nossa caiçara está ao lado do hotel Tambaú, mas hoje eu não tenho coragem de ficar na caiçara a partir das 21h, pois é muito perigoso. A caiçara era onde ocorria o lazer do pescador. Onde ele bebia com os amigos, onde ele botava a rede e dormia quando vinha cansado do mar.

A maioria dos pescadores de hoje são os filhos dos pescadores velhos. Já os pescadores de hoje não querem seus filhos pescando. Daqui a duas gerações, praticamente não haverá mais pescador. A pescaria é incerta. Somente se o filho não quiser estudar é que ele vai virar pescador. Eu tenho um filho pescador, mas eu não queria isso para o meu filho. E tenho certeza que ele não quer isso para o filho dele.

Da minha época para hoje, já diminuiu cerca de 70% do número de pescadores, e não está recompondo. Estão vindo pescadores de outros lugares.

7.3. Depoimento do presidente da associação de Pescadores da Penha, José Paulino (Zeca, 46 anos), sobre a Praia da Penha

Tem pessoas que já estão pensando em vender suas casas, porque a pesca já não tá tão boa. Pescador também está mais escasso. Hoje, o pescador também é pedreiro, pintor, trabalha na construção civil. Também tem pescador que hoje é funcionário público. Pescaria é hoje e não amanhã, e o pescador não vai deixar a família passar fome. Tem que pescar cerca de 20 dias em média por mês para lucrar um salário mínimo.

Na Penha, ainda há umas 100 famílias de pescadores. O número de pescadores vem caindo nos últimos anos.

Dá muito pouco peixe por causa da poluição e pesca predatória. O mangue do Rio do Cabelo foi extinto para fazer condomínio fechado. Esse condomínio destruiu o estuário. O rio chegava a 3m de profundidade, na década de 1980. Era um estuário grande. Não existe mais. Os peixes precisam de estuários para se reproduzir. Os caranguejos precisam de mangues.

Onde havia um bar conhecido como Forró da Penha hoje é um restaurante que veio de outro país. Esse restaurante já comprou três casas e certamente vai comprar mais. Essas casas eram de pessoas que não tinham vínculo com a pesca. Os bares compravam pescado aos pescadores. O restaurante compra apenas

aos atravessadores. Muitas pessoas que moram no centro de João Pessoa passaram a conhecer a praia da Penha por causa desse restaurante. Embora a Penha seja tão perto, muitas pessoas não conheciam.

O pescador nato não pensa em sair da praia, a não ser para o cemitério. Mas quem tem a pesca como um divertimento, estes não veem problema em vender. Hoje, umas 30 famílias no Bairro da Penha vivem apenas do mar. Há umas 30 a 40 famílias que vivem entre o mar e uma atividade econômica no continente. O restante tem a pesca como diversão, passatempo.

As nossas mulheres já trabalham como empregadas domésticas nos condomínios, também como babá, como também no Centro da Cidade, pela facilidade de transporte.

Como a Penha é um lugar sossegado, muitas pessoas vêm atrás de casas para morar. Às vezes, são famílias atrás de casas para usar como segunda residência, para ter uma casa na praia.

Quando vêm cursos oferecidos pelo governo, são de dois dias. Isso é muito pouco. Também ensinar o pescador a pescar é difícil, é como querer botar um bode dentro d'água. É querer ensinar um padre a rezar a missa. Isso não ajuda. A Professora Cristina Crispim vem fazendo um trabalho sério conosco, nos ensinando a não degradar a natureza. Isso nos é útil. Vem nos ensinando como repovoar de caranguejo o Rio Aratu, que é aqui próximo da Penha; vem nos ensinando a criar ostra. Mesmo assim, ainda precisamos de mais coisas, porque isso ainda não é suficiente. Quem não quer uma vida melhor? Ainda haverá pescador trabalhando na construção civil e em outras atividades.

Quanto à vinda dos condomínios fechados para o nosso redor, é bom, porque aí a gente tem mais facilidade de escoar a produção. Nosso medo é nos tirarem daqui, nos remover para longe da praia.

8. Análise dos depoimentos dos senhores Cibil (Praia de Lucena) e Vavá (Praia de Tambaú)

Podemos observar, nas falas dos senhores Cibil e Vavá, que o terreno de praia, tanto em Lucena como em João Pessoa, há algumas décadas, praticamente não tinha valor econômico. À medida que os terrenos começaram a se valorizar, porque passaram a surgir interessados em comprar terrenos para veraneio, num primeiro momento, e depois para moradia como primeira residência, os pescadores foram removidos da beira de praia para dentro do continente.

À medida que essas áreas, até então rurais, passaram a ser urbanas, os pescadores passaram, pouco a pouco, a perder a identidade com o ambiente de seu ofício, a praia, e depois o mar, considerando que, ao serem relocados para conjuntos habitacionais ou mesmo aglomerados de moradias subnormais (favelas), muitos pescadores passaram a exercer outros ofícios.

Nas falas de Cibil e de Vavá, também aparecem as características da moradia do pescador nesse período. Eram casas de palha, geralmente em sítios de coqueiros, onde os pescadores não tinham direito de fazer melhoramentos nas palhoças, no sentido de transformá-las em casas de alvenaria, ou mesmo de taipa.

O motivo é que, mesmo naquela época, com os terrenos de praia ainda sem valor, esses terrenos já eram entendidos pelos proprietários como reserva de mercado, como também a terra, no Brasil, historicamente, serve para perpetuar poder nas mãos de seus donos, que passam a ter o controle social dos moradores.

O processo de remoção dos pescadores dos ambientes de praia foi tão marcante nas praias de Lucena e Tambaú que Cibil relata que os veranistas em Lucena não querem que uma caiçara seja construída em frente às casas de veraneio; enquanto que em Tambaú o pescador Vavá diz, de forma saudosa, que a praia era do pescador, mas hoje a praia é do turista.

Cibil e Vavá também comentam sobre a relação do Estado com os pescadores. Ambos expressam que as ações do Estado, historicamente, não beneficiam os pescadores. Até hoje, o Estado não procurou garantir o território tradicional de pesca, o que se verifica nas relocações e na dispersão dos pescadores, que o Poder Público participou de forma ativa ou passiva.

Com relação à permanência dos trabalhadores da pesca artesanal nessa atividade, o Estado também não tem criado mecanismos efetivos para que o pescador possa se adequar às novas exigências da atividade, tão penalizada pela poluição, falta de capacitação adequada e efetiva e falta de subsídios que verdadeiramente contribuam para a melhoria na qualidade de vida do pescador, ou mesmo a falta de acesso aos subsídios, pois o pescador não tem o que dar de garantia para ter direito aos empréstimos.

Por causa de todas essas dificuldades dos pescadores, que deixaram de ser e viver em ambientes rurais para serem e viverem em ambientes urbanos, dispersos e emersos nas possibilidades de trabalho e estudos no espaço urbano, Cibil e Vavá deixam claro que não querem que seus filhos e netos sejam pescadores, pois o que ganham com a pesca durante um mês de trabalho dificilmente passa de um salário mínimo. Como diz Cibil, o mar é perigoso. Como diz Vavá, o trabalho do pescador é muito difícil. Sendo assim, a cidade passa a propiciar o emprego desta mão de obra em outras atividades econômicas, escasseando cada vez mais o número de pescadores.

9. Análise do depoimento do senhor Zeca

Observamos quase todos os mesmos aspectos de precariedade do trabalho e da vida do pescador na comunidade de pescadores tradicionais da Penha: baixa

renda, destruição do estuário e do manguezal para dar lugar a moradias de alto padrão, poluição do mar e pesca predatória.

Quanto à chegada de condomínios de alto padrão e hotéis nos arredores da Praia da Penha, os pescadores veem esse tipo de urbanização esperançosos de vende-rem por preços melhores o pescado, mas, como historicamente as comunidades de pesca são relocadas, eles têm receio de serem expulsos da praia por algum governo que queira favorecer grupos econômicos do ramo hoteleiro.

Todavia, o que vem ocorrendo, de fato, é a compra de imóveis na comunidade de pescadores pelo capital comercial e por pessoas que não possuem dinheiro suficiente para comprar uma casa em um condomínio fechado, mas que têm interesse de ter uma moradia em ambiente de praia.

Isso ocorre porque há muito mais dinheiro circulando em João Pessoa atualmente do que há quatro décadas. E a Praia da Penha se tornou um enclave de possibilidades de aquisição de imóvel relativamente barato em uma faixa de praia onde os terrenos estão muito valorizados, por estar na zona turística delimitada no Plano Diretor do município de João Pessoa.

Assim, o capital vem se reinventando, e as comuni-dades excluídas passam a sofrer pressão tanto do capital como do Estado capitalista, como também omissão deste, que não busca desenvolver políticas públicas que contribuam efetivamente para que comunidades tra-dicionais se mantenham em espaços que passam a se valorizar economicamente.

O pescador que atualmente reside na Penha é um pescador diferenciado em relação ao que ali habitava há 40 anos, pois esse pescador é urbano, ou seja, tem acesso a informação e também tem proximidade de bens e serviços que deseja consumir, considerando que vive em uma sociedade burocrática de consumo dirigido, como afirma Henri Lefebvre (1991).

Isso implica em o pescador começar a exercer outras atividades produtivas em detrimento da pesca, visto que pescar é considerado por eles um trabalho penoso e que não rende mais de um salário mínimo por mês. Assim, o pescador passa a desejar bens e serviços que ele não pode adquirir com a atividade pesqueira, por render pouco e também por esta renda ser incerta.

A implicação direta disso é a diminuição do número de pescadores, que preferem receber até mais de um salário mínimo em atividades urbanas relacionadas à construção civil, como também a prestação de serviços nos condomínios, como vigilante, jardineiro, caseiro etc. As mulheres desses pescadores também deixam de se ocupar em atividades relacionadas com a pesca, passando a desempenhar serviços de babá, diarista, empregada doméstica, dentre outras atividades.

Discutir o processo de reordenamento urbano na Praia da Penha e seus arredores compreende, antes de mais nada, discutir desenvolvimento sustentável em sua essência, pois surge uma questão: como garantir que o planejamento, numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, acompanhe a velocidade do avanço imobiliário, no sentido de garantir a permanência e a manutenção de uma comunidade tradicional, de forma a estar inter-relacionada com esse processo, e não apenas ser marginalizada e retirada pela força e complexidade do capital imobiliário em suas múltiplas dimensões?

10. Depoimentos de pescadores que coordenam pescadores

10.1. Depoimento do Armador[1] de Pesca Iran (59 anos)

Tenho um barco e pesco há mais de 40 anos. Nos últimos anos, vem diminuindo o número de pescadores. Os pais não querem que seus filhos pesquem. Antiga-mente, os pescadores eram donos da praia. A especula-ção imobiliária foi retirando os pescadores da praia.

É mais vantagem o pescador ter sua mulher traba-lhando de doméstica e ele trabalhando de vigia do que passar quatro dias por semana no mar. Escolhemos a equipe do barco pela relação de confiança. 90% dos pescadores moram na favela São José.

Aqui, em Tambaú, há cerca de 30 barcos (Fig. 8)*, e em cada um trabalham 03 pescadores. O mestre[2] de pesca e dois ajudantes, geralmente profissionais da pesca. A nossa caiçara, que é o lugar onde os pescadores colocam petrechos, já foi relocada várias vezes para partes diferentes da praia!*

Nós não somos vistos como prioridade pelos governos. Nossa caiçara não tem nem banheiro e não dá mais para fazer necessidade aqui pela beira da praia, pois esta praia já está totalmente ocupada por casas, prédios e pessoas. Fui secretário da colônia - todo mundo acha que a pesca é de um jeito, mas a pesca é de outro.

A pesca é desorganizada, pois não há controle efetivo dos órgãos federais e estaduais responsáveis. Há pessoas que se beneficiam dessa falta de controle estatal e do analfabetismo do pescador. Isso também contribui para o quadro de desorganização do setor

[1] Armador de pesca é a pessoa física ou jurídica que, registrada e licenciada pelas autoridades competentes, apresta, em seu nome ou sob sua responsabilidade, embarcação para ser utilizada na atividade pesqueira, pondo-a ou não a operar por sua conta (Lei Federal 11.959/2009).

[2] O mestre é o capitão de pesca. Por isso é a pessoa que possui autoridade frente aos outros pescadores por ser ele a pessoa que detém mais conhecimentos e os segredos da pesca. O mestre faz a mediação tecnológica entre a terra e o mar (Maldonado, 1993; Diegues, 1983; Forman, 1970).

pesqueiro artesanal do Brasil. Recursos federais são investidos, mas são mal administrados. A cada ano que passa, diminui a quantidade de peixes. Como vai organizar uma categoria em que os trabalhadores são analfabetos?

Figura 8 - Botes ancorados em Tambaú.

Figure 8 - Boats anchored in Tambaú

10.2. Depoimento do mestre de pesca Manuel (67 anos)

Aqui, em Tambaú, há uns 40 anos, havia uns 60 profissionais de pesca que sabiam fazer tudo, desde lidar com os petrechos de pesca, como também localizar os melhores lugares de pesca no mar. Esses são os Mestres, comandantes dos botes. O mestre tem que saber de tudo, de proa a polpa da embarcação. Havia cerca de 120 ajudantes muito bons.

Hoje, tem muitos pescadores "pega na rua"[1]*, ou seja, sem qualificação para trabalhar no mar. Os jovens de hoje não sabem amarrar um anzol, ancorar o barco para pescar ou mesmo trabalhar com outros acessórios de pesca. Nossos barcos são compostos de tripulação formada pelo Mestre e mais dois ajudantes. Tá difícil arrumar gente qualificada para ajudar. Atualmente, só há cerca de 20 Mestres aqui em Tambaú.*

Ainda moro aqui em Tambaú, na Avenida Olinda, e não tenho interesse de sair daqui. Esse terreno é da família (Fig. 9). *Minha mãe ainda é viva, tem 83 anos. Eu sou o mais velho. Tem seis casas aqui nesse terreno e todos são familiares. Há muitos construtores querendo comprar nosso terreno. E não queremos vender. Se sairmos daqui, vamos para a favela, e você sabe o que tem na favela: muita droga e violência.*

Meu pai era pescador e teve quatro filhos. Desses quatro filhos, três são pescadores. Eu tenho dois filhos e um é pescador. Com relação aos meus outros dois irmãos que são pescadores, um tem um filho que não é pescador e o outro tem dois filhos que também não são pescadores. O pescador não quer que seu filho siga essa profissão.

Figura 9 - Uma moradia com primeiro andar e uma térreo, ambos de baixo padrão econômico, no terreno da família do Mestre de Pesca Manuel, na Avenida Olinda, no bairro de Tambaú.

Figure 9 - A loft and a house, both of them below the economic standard, at Master Fisher Manuel family's property, on Olinda Avenue, in Tambaú.

11. Análise dos depoimentos dos senhores Iran e Manuel

O armador de pesca Iran e o mestre de pesca Manuel também salientam a diminuição do número de pescadores nas últimas décadas. Deixa claro que os pescadores não querem que seus filhos trabalhem na pesca e que não há organização nessa atividade econômica em todos os níveis de produção e também governamentais relacionados. Eles também salientam que os pescadores apenas possuem condições financeiras para morar em favelas.

Iran salienta a dificuldade de se organizar uma atividade produtiva composta por analfabetos e semi-analfabetos, além de destacar o fato de a atividade pesqueira tradicional não ser vista como prioridade pelo governo, como também os trabalhadores nela envolvidos.

O mestre Manuel chega a fornecer dados a partir de sua memória quanto à diminuição da quantidade de mestres de pesca nos últimos 40 anos. Segundo Manuel, a queda no número desses profissionais é de 66%.

No bojo do processo de urbanização de Tambaú, que teve como uma de suas consequências a diminuição do número de pescadores profissionais, mestres ou ajudantes, podemos perceber esse decréscimo no número de pescadores na árvore genealógica da família

[1] Pega na rua é uma expressão idiomática brasileira que significa: pessoa sem qualificação; pessoa sem condições para desempenhar uma determinada função ou atividade.

do senhor Manuel, onde seu pai gerou quatro filhos, dos quais três são pescadores. Todavia, dos cinco netos do pai do mestre Manuel, filhos dos três irmãos que são pescadores, apenas um é pescador.

A permanência do mestre Manuel na Avenida Olinda, atualmente com o metro quadrado supervalorizado, se dá por questões de laços parentais. O desejo de a família permanecer unida é bem maior do que um possível interesse em vender o terreno e dividir o dinheiro entre os familiares. É perceptível, também, a consciência da perda na qualidade de vida se venderem o terreno, pois dali sairiam para um conjunto habitacional periférico ou para uma favela. O que não é da vontade da mãe de seu Manuel e nem dos três irmãos que são pescadores.

12. Conclusões

A discussão sobre desenvolvimento passa pela questão do direito a permanecer residindo no lugar de vida e trabalho dos ancestrais, mesmo que esteja ocorrendo uma migração da força de trabalho tradicional para outras atividades econômicas. Discutir desenvolvimento também é tratar sobre onde morar, o que implica em onde viver e trabalhar.

O urbano não deve cercear a permanência das comunidades tradicionais em seus lugares. O urbano traz problemas e conflitos de todos os vieses sociais, econômicos e culturais, mas também traz possibilidades que precisam ser postas em discussão e análise. Daí a necessidade de se analisar o pescador artesanal também pelo viés da moradia.

Portanto, para discutir desenvolvimento, partamos do seguinte pressuposto: o desenvolvimento é um conceito multidimensional. Os seus objetivos são sempre sociais e éticos (solidariedade sincrônica). Ele contém uma condicionalidade ambiental explícita (solidariedade diacrônica com as gerações futuras); o crescimento econômico, embora necessário, tem um valor apenas instrumental; o desenvolvimento não pode ocorrer sem crescimento, no entanto, o crescimento não garante por si só o desenvolvimento; o crescimento pode, da mesma forma, estimular o mau desenvolvimento, processo no qual o crescimento do PIB é acompanhado de desigualdades sociais, desemprego e pobreza crescente (Sachs, 2008), além de remoção de comunidades tradicionais, o que deve ser evitado.

Quem está interessado numa "economia de desenvolvimento" deve investir no ser humano e na sociedade. Quem quer ver os frutos da prosperidade econômica deve se preocupar mais com isso. Para atingir desenvolvimento social, é preciso mudar padrões de comportamento social que são estabelecidos a partir do "corpo" e do "metabolismo" das sociedades, vistas como sistemas complexos compostos por agentes que interagem em termos de competição e cooperação. Por isso, Desenvolvimento Local Integrado Sustentável é um programa político, uma estratégia política de empoderamento das comunidades, uma tecnologia social (Franco, 2002).

No tocante à interação de diferentes interesses e modos de trabalho e vida em espaços urbanos, a reflexão sobre a cidade deve ser concebida como sistema urbano-social-ambiental, porque a cidade é um sistema no qual cada indivíduo ou grupo social, cada rua ou bairro é interdependente do todo, e seu funcionamento depende de estratégias comuns, devendo ser discutidas e negociadas num processo político-social. A visão não sistêmica ou fragmentada da cidade não isola apenas os cidadãos e os grupos sociais entre si, mas também distorce a visão das causas das atividades humanas que produzem impacto socioambiental na cidade e nos cidadãos.

Tal impacto tende a ser visto como um problema anônimo, acidental, extra-social e próprio da cidade. Também é visto como um problema pertencente sempre ao outro eu-parte do sistema urbano-social-ambiental (Menegat & Almeida, 2004). E essas formas fragmentadas de pensar geram métodos fragmentados de agir, o que implica em ciclos viciosos de atraso e marginalização de comunidades tradicionais.

Em 2009, foi promulgada a Lei nº 11.959/2009, que dispõe sobre o Plano Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e Pesca. O art. 7º dessa lei fala em proteger áreas pesqueiras, mas não diz como fazer. Mesmo que dissesse, o que seria um grande avanço na política pesqueira, isso só asseguraria locais aquáticos passíveis de ocorrência de recursos pesqueiros.

Recursos pesqueiros são os animais e os vegetais hidróbios passíveis de exploração, estudo ou pesquisa, como também pela pesca amadora, de subsistência, científica, comercial e pela aquicultura, o que não implicaria na manutenção das comunidades tradicionais na orla marítima, ou seja, em seus lugares historicamente construídos.

A Organização Não-Governamental Caritas Brasileira, ligada à igreja Católica, vem articulando a discussão sobre demarcação das terras das comunidades de pescadores, a fim de que essas não sejam esbulhadas pelo capital imobiliário, pela ação negativa do Estado sobre essas comunidades e pela omissão deste. Esse processo está ainda na fase de mobilização de pessoas e instituições, inclusive estaduais e federais de educação.

A Cáritas Brasileira tem mobilizado pescadores e pescadoras do Brasil. Com relação a essa temática, objetiva arrecadar até 2015 mais de 1 milhão de assinaturas para um projeto de lei que vise regularizar os territórios dessas comunidades tradicionais. Para articular e mobilizar os pescadores e as pescadoras, foram realizadas caravanas pelas regiões do Brasil. Os militantes que compõem as equipes das caravanas buscam informar e mobilizar comunidades pesqueiras, com a finalidade de articular e organizar os pescadores

e as pescadoras para empoderá-los dos seus direitos de identidade cultural, de pesca, de moradia e de ir e vir, enfrentando os desafios de permanecer em seus territórios.

Um dos grandes desafios da demarcação é não gerar leis que prejudiquem uma determinada região ou localidade, como vem acontecendo em alguns casos relacionados às comunidades quilombolas e indígenas, quando a normatização da terra comunal e a desintrusão tem gerado vários problemas econômicos e sociais, tanto para esses povos como para empreendedores, além de grupos econômicos de investidores.

Uma questão deve, então, ser levantada na discussão da demarcação: como a comunidade tradicional está se relacionando com o município e como, historicamente, os capitalistas se relacionam com essas comunidades? O tratamento das questões municipais deve ocorrer à luz da gestão sustentável de dimensão municipal e de forma integrada, tendo em vista estratégias de produtividade para as diferentes localidades municipais, com a valorização das manifestações culturais, o que tende a aumentar a autoestima dos sujeitos locais e contribuir para a geração de emprego e renda, equidade no acesso aos serviços públicos e a realização da justiça ambiental e social, tendo em vista a complexidade cultural de um município metropolitano, como é o caso de João Pessoa e Lucena.

Destacando o artigo 5º da Constituição Federal Brasileira, que trata dos direitos e deveres individuais e coletivos, incisos XXII e XXIII, nos quais é garantido o direito à propriedade, mas esta deve cumprir sua função social, ou seja, não apenas servir a interesses particulares, mas em consonância com os interesses coletivos a partir do diálogo entre a prefeitura municipal, demais poderes e a sociedade, através de estudos técnicos desenvolvidos pela prefeitura e propostas elaboradas pela comunidade e, também, de forma articulada, as comunidades e grupos de interesse do entorno.

Essa relação entre Poder Público e participação comunitária significa um avanço no sistema democrático representativo do Brasil, em que apenas os estudos técnicos não bastam, mas se faz necessário escutar os munícipes e dialogar com eles em seminários temáticos nos quais se discutem os problemas e as soluções para os próximos anos, com metas para cerca de dez anos, como propõe o Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257/2001).

Devido à sua capacidade de organização e operacionalização, o município possui condições de enfrentar a problemática do desenvolvimento, pois é parte planejadora e operante do Estado na dimensão local, devendo contar com sua população para dialogar sobre suas necessidades básicas e criadas. Desta feita, é no âmbito municipal que se pode, de forma sistêmica e sistematica, formar a sociedade para o desenvolvimento sustentável, pois seus munícipes conhecem, de forma cotidiana, os problemas municipais e, de maneira mais prática, também têm condições de tecer melhores comentários sobre possíveis soluções.

O município carece de planejamento participativo, empoderamento e fiscalização popular, instrumentos que disciplinem a sua expansão urbana, sua estrutura fundiária e pressão sobre a natureza, levando em consideração os aspectos culturais locais, as limitações ambientais e o controle do mercado imobiliário, ao mesmo tempo em que carece de uma gestão voltada para a convergência das diferentes atividades produtivas, potencializando-as e contribuindo para que tenham eficácia.

Assim, o que se quer propor são estratégias de complementaridade entre os diferentes grupos e classes que habitam o lugar, ou seja, estratégias voltadas ao desenvolvimento humano, preservação ambiental e empoderamento comunitário, o que tende a contribuir no processo de interação e integração entre os diferentes interesses econômicos em um determinado espaço.

Isso implica em reconhecer e desenvolver formas que atenuem as desigualdades sociais e o convívio entre grupos sociais e econômicos, que certamente continuarão em eterna disputa por causa do modelo econômico, mas não necessariamente que um venha sucumbir frente ao outro.

O Decreto Federal nº 6.040/2007, que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, deixa claro, em um de seus princípios, que, mesmo em um espaço urbano, os direitos de uma comunidade tradicional de permanecer no lugar devem ser mantidos.

Assim, diz este documento legal que a pluralidade socioambiental, econômica e cultural das comunidades e dos povos tradicionais que interagem nos diferentes biomas e ecossistemas, seja em áreas rurais ou urbanas, é princípio que deve contribuir na condução do planejamento de um determinado espaço. Isso tende a contribuir para o reconhecimento e a consolidação dos direitos dos povos e das comunidades tradicionais, que é outro princípio do decreto supracitado.

Outro princípio do referido decreto que aqui deve ser mencionado é o da preservação dos direitos culturais, o exercício de práticas comunitárias, a memória cultural e a identidade. Sabe-se que muitas comunidades tradicionais estão em intensa transformação em suas manifestações culturais, por serem espaços em que os sujeitos passam a desempenhar atividades urbanas, e a pesca começa a deixar de ser uma atividade econômica procurada e exercida pelos moradores do lugar.

Todavia, é justamente nas manifestações culturais materiais e imateriais da pesca que essa atividade pode ainda perdurar, considerando que muitas pessoas, principalmente turistas, amantes dos passeios náuticos

ou pescadores amadores, podem pagar para contemplar o modo de trabalho e vida do pescador artesanal, que deveria ser em espaço considerado historicamente de comunidade tradicional, para fins de construção de equipamento público ou construção/melhorias de moradia para outras famílias de pescadores, garantindo que o espaço permaneça ocupado por famílias que se relacionam com as atividades pesqueiras.

Outros instrumentos de valorização da comunidade tradicional em espaço urbano também podem ser considerados, como, por exemplo, a inserção, de maneira obrigatória, nos relatórios antrópicos para licenças ambientais de grandes empreendimentos, de modo que sejam levadas em consideração suas formas de participação na cadeia produtiva, e como tal empreendimento pode interagir economicamente com a comunidade tradicional, propondo a criação de parcerias.

As comunidades de pescadores localizadas em áreas urbanas devem ser entendidas como espaços turísticos, o que demanda atenção especial dos Ministérios do Turismo, Ministério da Pesca, Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Planejamento; Ministério do Desenvolvimento Social, entre outros.

A valorização do patrimônio cultural material e imaterial como indutor para sociedades sustentáveis deve observar a construção de inventários culturais, que podem ser convertidos em poderosos instrumentos de análise urbana e municipal de forma sistêmica (Rolnik & Pinheiro, 2008), beneficiando essas comunidades e contribuindo para o aumento da renda familiar, como também sinalizando onde devem ser construídos equipamentos urbanos como mercado de peixe, espaço cultural da pesca e da vida marinha etc. que venham contribuir para a visibilidade da comunidade tradicional, sendo entendida com um espaço que deve fazer parceria com os ambientes ao redor, deixando de ser vista apenas como uma área a ser removida, como historicamente tem ocorrido.

Referências bibliográficas

Corrêa, Roberto Lobato (2002) - *O espaço urbano***.** 96p, Ed. Ática, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 85-08032609.

Diegues, Antônio Carlos (*1983*) - *Pescadores*, *camponeses* a *trabalhadores do mar*. 287p, Ática, São Paulo, Brasil. *Disponível em:* http://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/color/prof 4.pdf

Franco, Augusto de (2002) - *Pobreza e desenvolvimento local*. 336p, ARCA sociedade do conhecimento, Brasília, DF, Brasil. ISBN: 85-88699036.

Forman, Shepard (1970) - *The raft fisherman*. 158p, Bloomington, Indiana University Press, Bloomington, IN, U.S.A. ISBN: 253-39201-2.

Gerhardt, Tatiana Engel; Silveira, Denise Tolfo (org) (2009) - *Métodos de pesquisa.* Universidade Aberta do Brasil, Secretaria de Educação a Distância, Editora da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. ISBN 978-8538600718

Harvey, David (2005) - *A produção capitalista do espaço*. 252p. Annablume, São Paulo, SP, Brasil. *ISBN:* 8574194964.

Lackey, Robert Thomas; Nielsen, Larry (orgs.) (1980) - *Fisheries Management*. 422p. Blackwell, Oxford, U.K. ISBN: 0632006153.

Lefebvre, Henry (1991) - *A vida cotidiana no mundo moderno*. 216p., Ática, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8508037929.

Lefebvre, Henry (1999) - *A revolução urbana*. 178p., Ed. UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil. *ISBN*: 8570411952.

Lefebvre, Henry (2001) - *O direito à cidade.* 145p., Centauro, São Paulo, SP, Brasil. *ISBN: 8588208121.*

Marx, Karl (1996) - *O Capital***.** *Crítica da Economia Política. O Processo de Produção do Capital*. 482p., Livro Primeiro, Tomo 1, Editora Nova Cultural, São Paulo, Brasil. ISBN: 8535108319.

Mathiesen, Árni (Org.) (2012) - *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. 231p., Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Itália. ISBN: 978-9253072255. Disponível on-line em: http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf

Maldonado, Simone Carneiro (1993) - *Espaço e indivisão na pesca marítima*. 194p., Annablume, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8585596082.

Menegat, Rualdo; Almeida, Gerson (2004) - Sustentabilidade, democracia e gestão ambiental urbana**.** *In:* Rualdo Menegat (org.), *Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: estratégias a partir de Porto Alegre*, pp.171-194, Editora da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. ISBN: 857025766X.

Secretaria Nacional de Renda de Cidadania (2012) - *Guia de cadastramento de grupos: populacionais, tradicionais e específicos: cadastro único para programas sociais*. 101p., Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome; Secretaria Nacional de Renda de Cidadania, Brasília, DF, Brasil.

Ojima, Ricardo (2007) - Dimensões da urbanização dispersa e uma proposta metodológica para estudos comparativos. *Revista brasileira de estudos populacionais* (ISSN: 0102-3098), 24(2):277-300, São Paulo, SP, Brasil. . Disponível on-line em http://www.scielo.br/pdf/rbepop/v24n2/06.pdf

Rolnik, Raquel; Pinheiro, Otilie Macedo (Orgs.) (2004) - *Plano diretor participativo: guia para elaboração pelos Municípios e cidadãos.* 160p., Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, Ministério das Cidades, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em http://www.sehac.ms.gov.br/controle/ShowFile.php?id=151304.

Sachs, Ignacy (2008) - *Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado*. 151p., Garamond, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 85761704X.

Santos, Milton (1985) - *Espaço e Método*. 88p., Nobel, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8521302940.

Santos, Milton (2008) - *A urbanização brasileira***.** 176p., 5ª ed., Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. *ISBN:* 9788531408601.

Taylor, S.J.; Bogdan, R. (2008) – La Entrevista em Profundad. *In: Métodos Quantitativos Aplicados 2,* pp.100-132, Centro de Investigación e Docencia, Secretaría de Educación y Cultura de Chihuahua, Chihuahua, CHH, México. Disponível on-line em http://ulloavision.org/archivos/antologias/meto2.pdf.

Urbistondo, José Antônio Alarcón (2001) - Inventario de la Pesca Artesanal en España Mediterránea (2000-2001). 45p., Centro Oceanográfico, Málaga, Espanha. Disponível on-line em http://www.faocopemed.org/old_copemed/en/activ/research/artfsh.htm

Legislação

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Publicada no Diário Oficial da União de 05 de outubro de 1988. Disponível on-line em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ constituicao/caonstituicao.htm

Decreto Nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007. Institui a política nacional de desenvolvimento sustentável dos povos e comunidades tradicionais. Disponível on-line em http://www.planalto. gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/ d6040.htm

Lei Federal Nº 11.959, de 29 de julho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Disponível on-line em http://www.planalto. gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Lei/L11959.htm

Lei Federal Nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível on-line em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/ L10257.htm.

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-451_Belarmino.pdf | DOI:10.5894/rgci451

Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos *

Solid waste in mangrove in the Potengi River (Natal, RN, Brazil): relation to the location and uses

Pedro Henrique P. Belarmino[1]; Sarah Mariana da Silva[1];
Marie-Christine Rufener[1]; Maria Christina B. de Araújo[@, 1]

RESUMO

Os manguezais são um dos ecossistemas mais importantes do planeta, no entanto o seu potencial é afetado pelas atividades humanas intensas e pela expansão urbana. Um dos principais impactos sobre manguezais é a disposição de resíduos sólidos de origem antropogênica. O objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação da poluição por resíduos sólidos em duas áreas de manguezais associadas ao estuário do rio Potengi - Natal (RN), estabelecendo sua relação com a localização e os níveis de utilização e exploração dessas áreas. Foi realizado um diagnóstico das áreas através de observações mensais e entrevistas informais a fim de se determinar as características e os usos predominantes. Para avaliação dos resíduos sólidos, foram demarcadas, em cada área, 3 parcelas de 50m2 cada. As amostragens foram realizadas mensalmente durante 06 meses, três do período chuvoso e três do período seco. Foram analisados, além da abundância, a localização no ambiente, a classificação segundo a constituição (plástico, metal, vidro, papel, madeira, tecido e orgânico) e, quando possível, sua fonte mais provável (usuários locais, doméstica, mista e pesca). As áreas apresentaram características ambientais e de uso completamente distintas. Nos seis meses de amostragem de resíduos sólidos, foi registrado um total de 1.381 itens, 77 para a área 1 e 1.304 para a área 2. Em ambas as áreas, a categoria mais frequente de resíduos foi o plástico. Também em ambas as áreas, os resíduos sobre o sedimento foram maioria. Na área 1, a fonte predominante foi a mista, contribuindo 49% do total de itens, enquanto que, na área 2, 57% dos resíduos identificados provavelmente se originaram nos usuários locais. A grande quantidade de resíduos encontrados na área 2 demonstra que a área precisa de planejamento e infraestrutura para receber turistas, com a instalação de lixeiras para coleta de resíduos sólidos em quantidades suficientes e educação ambiental com comerciantes, usuários e guias turísticos.

Palavras-chave: poluição ambiental; rios; plásticos; monitoramento ambiental.

ABSTRACT

Mangroves are one of the most important ecosystems on Earth; however, its potential is affected by intense human activities and urban sprawl. The increase of the populations in localities near the coast has been pressing this and other natural biological systems. One of the main impacts on mangroves is solid waste disposal from anthropogenic origin. Studies on the impact of solid waste in coastal regions are quite widespread and well known, but are generally made with a focus on the beaches or in the marine environment, while research on mangroves are quite scarce. The estuary of Potengi river (Natal-RN) has a great environmental and socio-economic importance; in its mangroves, about 1,200 families survive by collecting crustacean and shellfish. According to local studies, the estuary is affected by intense changes that occurred during the last century, mainly due to disorderly growth of Natal city. The objective of this work was to carry out an assessment of solid waste pollution in two mangrove areas associated with the estuary of the Potengi River, establishing its relationship with the

[@] Corresponding author

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brasil. E-mails: Belarmino <pedrobelar@hotmail.com>; Silva <sms.sarah@hotmail>; Rufener <machris55@hotmail.com>; Araújo <mcbaraujo@yahoo.com.br>

* *Submission: 2 NOV 1013; Peer review: 2 DEC 2013; Revised: 19 FEB 2014; Accepted: 10 APR 2014; Available on-line: 19 JUN 2014*

location and levels of use and exploitation of these areas. A diagnosis of the areas was carried out through monthly observation, to determine their main characteristics and types of use. For a detailed survey of the main uses were made contacts and informal interviews with local residents, fishermen, tourists, traders and government agencies. For evaluation of solid waste were demarcated three transects of 50m2 each in each area. Samples were taken monthly for 06 months (three of the rainy season: May, June and July, and three of the dry season: September, October and November); the abundance and location in the environment (sediment or suspended), were analyzed. The classification according to the constitution (plastic, metal, glass, paper, wood, fabric and organic) and when possible, their most likely source (local users, domestic, mixed and fishing) also were determined. The areas showed environmental characteristics and use completely different. In the Area 1 the access is difficult because it is done through a dirt road that enters a very narrow trail bordered by thick vegetation and with erosion process. The mangrove presents good condition, with vegetation preserved and used only by locals. In the Area 2 there is only a narrow strip of mangrove totally limited in their faces west and south by urban structures. Besides the paved lanes that allow the arrival to the area, providing parking and stalls for selling crafts and food, the place has an access that was opened with the removal of mangroves, and built on a high rock allowing the arrival of hundreds of tourists to Reis Magos Fort. In the six months of sampling, was recorded a total of 1,381 items of solid waste, 77 for Area 1 and 1304 for Area 2. Area 2 had approximately 17 times more items than Area 1, however, in both areas, the most frequent category of litter was plastic. Also, in both areas, litter on the sediment was majority. In the area 1 the predominant source was mixed contributing 49% of the total items, while in area 2, 57% of the residues identified, probably originated in the local users. The large amount of residues found in the area 2, demonstrates that the area needs planning and infrastructure to receive tourists, with the installation of bins for collect solid wastes in sufficient quantities and environmental education with tradespeople, users and tour guides.

Keywords: *Environmental pollution; rivers; plastics; environmental monitoring.*

1. Introdução

Apesar da incontestável importância (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983), os manguezais têm sido alvo, principalmente quando próximos de áreas urbanas, de uma crescente pressão antrópica, que acaba alterando sua qualidade e comprometendo a saúde do ecossistema como um todo, com forte impacto na biota local.

Os principais fatores são o desmatamento para projetos industriais, urbanísticos e turísticos e a poluição dos mangues e seus produtos por esgotos, resíduos da aquicultura e substâncias químicas (Lacerda, 1999). Outro importante impacto é a deposição de resíduos sólidos urbanos de origem antrópica, que representa, quando não devidamente equacionado, um grave problema ambiental. Nenhum outro tipo de poluente que afeta os ambientes costeiros e o mar tem fontes tão distintas quanto os resíduos sólidos. A significância dessas fontes variou ao longo do tempo, mas, em conjunto, representa um dos maiores e mais difíceis problemas de poluição da atualidade (Coe & Rogers, 2000). A disposição de resíduos costuma ser pesadamente concentrada em estuários ou em águas marinhas costeiras, ambientes que chegam a receber em torno de 80 a 90% de tudo que é descartado em decorrência de atividades antrópicas (Araújo & Costa, 2007).

Estudos sobre o impacto de resíduos sólidos em regiões costeiras são bastante difundidos e conhecidos, porém são geralmente realizados com foco nas praias ou no ambiente marinho (Coe & Rogers, 2000; Araújo & Costa, 2007; Moore, 2008), enquanto que as pesquisas em estuários e manguezais são bastante escassas (Costa *et al*., 2011; Ivar do Sul & Costa, 2013; Vieira *et al*., 2011). Esse enfoque é cada vez mais importante, visto que os manguezais estão entre os ambientes costeiros mais sensíveis, e sua preservação deve ser uma prioridade (Ivar do Sul *et al*., 2014).

A presença de lixo pode causar diversos prejuízos econômicos, sociais e ambientais, que vão desde os gastos despendidos na limpeza pelos órgãos públicos até a perda do potencial estético e turístico, contaminação do ambiente por agentes patogênicos e danos causados à biota (Coe & Rogers, 2000; Derraik, 2002; Moore, 2008; Silva *et al*., 2008; Silva-Cavalcanti *et al*., 2009; Ivar do Sul *et al*., 2011). Os plásticos presentes no lixo compõem uma das maiores preocu-pações em termos de poluição, por causa de suas propriedades intrínsecas, sua persistência, seu aporte crescente com o tempo e sua ampla disseminação do uso (Derraik, 2002; Ivar do Sul & Costa, 2007).

Nos manguezais, as características ambientais favorecem a retenção dos resíduos, os quais podem tanto se acumular sobre o sedimento, total ou parcialmente enterrados, como ficar presos ou suspensos nas raízes e nos galhos. Essa particularidade torna muito difícil sua retirada por processos naturais ou de limpeza pública. Ligar o lixo às suas fontes mais prováveis é o ponto chave para efetuar o seu controle no ambiente (Earll *et al.*,1997; Ivar do Sul & Costa, 2007; UNEP, 2009).

O estuário do rio Potengi possui uma grande importância ambiental e socioeconômica. Em seus manguezais, cerca de 1.200 famílias sobrevivem da coleta de crustáceos e moluscos. Porém, de acordo com estudos locais (Cunha, 2004), o estuário está sendo prejudicado por intensas modificações, ocorridas no decorrer do último século, agravadas principalmente em função do crescimento desordenado da cidade de Natal, e, de forma mais específica, do lançamento de grande carga de esgotos domésticos sem tratamento prévio; da

presença de favelas, em áreas de planície fluvio-estuarina, sob influência das marés; além de desmatamentos e utilização predatória dos manguezais. É importante uma avaliação detalhada, que, além de quantificar os resíduos, possa identificar os tipos mais frequentes, a fim de se determinar a fonte mais provável; os pontos de maior acumulação e os fatores que atuam na acumulação. Sendo assim, este estudo teve por objetivo realizar uma caracterização dos resíduos sólidos presentes no manguezal associado ao estuário do rio Potengi, em Natal-RN, estabelecendo sua relação com a localização e os níveis de uso locais, de forma a subsidiar monitoramentos futuros.

2. Material e métodos

2.1. Descrição das áreas de estudo

Os locais de estudo compreendem duas áreas do manguezal associado ao estuário do rio Potengi e próximas à área urbana de Natal-RN. A área 1 é mais interna e está localizada nas imediações de um dos canais do rio (Lat. 5º 45' 47,22" S / Long. 35º 14' 10,11" O). A área 2 está localizada na foz do rio Potengi (Lat. 5º 45' 30,61"S / Long. 35º 11' 59,31" O), próxima à praia do Forte e da Fortaleza dos Reis Magos (Figura 1).

Em cada área, foram demarcadas três parcelas de 50m2 cada (Figura 1). Na área 1, as parcelas são paralelas ao rio e perpendiculares a um pequeno canal. As parcelas 1 e 2 são alagadas mais rapidamente do que a 3. Na área 2, as parcelas são perpendiculares à praia; as parcelas 1 e 3 são alagadas rapidamente por pequenos canais, ficando submersas, já a parcela 2 fica mais isolada, recebendo água mais lentamente. O estudo foi realizado mensalmente durante 10 meses (de fevereiro a novembro de 2011), com as coletas ocorrendo sempre em marés baixas de sizígia.

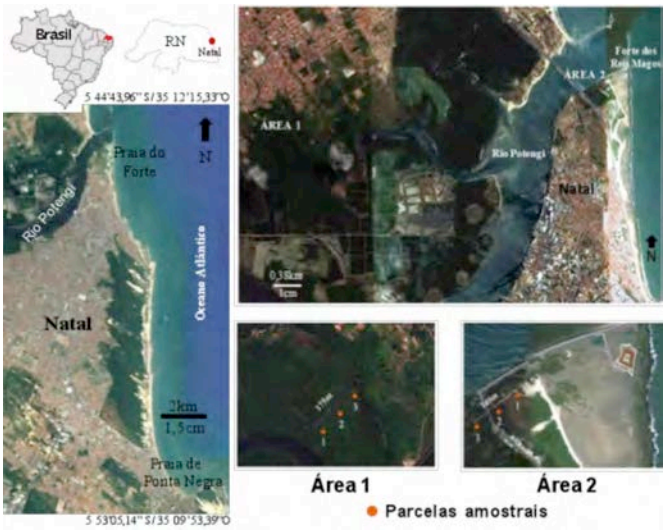

Figura 1 - Áreas de estudo no manguezal do rio Potengi (Natal-RN), com detalhamento das parcelas amostrais. Imagens Google Earth.

Figure 1 - Areas of study in mangrove of Potengi river (Natal-RN), with details of sample plots. Images from Google Earth.

2.2 Avaliação das características de uso e exploração das áreas

Inicialmente, o diagnóstico das áreas foi realizado mensalmente (nos cinco primeiros meses), com base na análise de cinco parâmetros, cada um com seis opções de atributos (Tabela 1).

Posteriormente, as atividades mais preponderantes em cada área foram analisadas de forma mais detalhada, visando a estimativa dos impactos gerados e sua relação com os níveis de poluição encontrados. Para detalhamento dos principais usos, foram realizados contatos e entrevistas informais com os moradores locais e pescadores nas áreas 1 e 2; e com turistas, comerciantes e

Tabela 1 - Parâmetros analisados para determinação do uso e exploração em áreas de manguezal.

Table 1 - Parameters analyzed for the use and exploitation of mangrove areas.

Parâmetros	Opções					
1.Grau de urbanização do entorno	Muito alto	Alto	Médio	Baixo	Muito baixo	Ausente
2.Localização e acessos	Difícil	Fácil	Próximo de área asfaltada	Próximo de área turística	Isolado – estrada de barro	Isolado – apenas por embarcação
3.Exploração (recursos naturais)	Muito explorada	Pouco explorada	Pesca artesanal	Retirada de caranguejo	Retirada de ostras	Retirada de mariscos e sururus
4.Exploração (aquicultura)	Ativa	Desativada ou inexistente	Criação de camarão	Criação de peixes	Dentro do mangue	Próxima ao mangue
5.Exploração (outras atividades)	Muito explorada	Pouco	Turismo	Pesquisa	Atividades educacionais	Atividades recreacionais

órgãos públicos responsáveis pela administração do Forte dos Reis Magos na área 2.

2.3. Avaliação da poluição por resíduos sólidos

As amostragens foram realizadas mensalmente durante 6 meses (três do período chuvoso: maio, junho e julho; e três do período seco: setembro, outubro e novembro), determinados com base em dados pluviométricos obtidos para a região. A coleta dos resíduos foi realizada através de caminhamento em cada parcela (facilitada pela reduzida profundidade do sedimento lamoso, especialmente na área 2). Nos três primeiros meses, todos os resíduos com tamanho >3 cm foram identificados e contados, mas não retirados do local.

Nos três meses posteriores (período seco), além do procedimento anterior, houve a retirada dos resíduos, visando estimar a taxa de aporte dos resíduos em cada local. Foram analisados, além da abundância (Tabela 2), a localização no ambiente (no sedimento ou suspenso nos galhos e nas raízes), a classificação segundo a constituição (plástico, metal, vidro, papel, madeira, tecido e orgânico) e, quando possível, sua fonte mais provável (usuários locais, doméstica, mista e pesca), segundo a Tabela 3.

3. Resultados

3.1. Caracterização dos usos das áreas

As duas áreas, embora dentro da área urbana de Natal e apresentando em seu entorno muitas residências e estabelecimentos comerciais, possuem características distintas em relação aos parâmetros analisados (Tabela 4).

Tabela 2 - Parâmetros utilizados como indicadores de poluição por resíduos sólidos, com base em Araújo & Costa (2007).
Table 2 - Parameters used as indicators of contamination by solid wastes, based on Araújo & Costa (2007).

Parâmetro	Opções (nº. de itens/m^2)			
Lixo no sedimento	Abundante (>10 itens)	Presença razoável (5-10 itens)	Escasso (1-4 itens)	Ausente
Lixo suspenso	Abundante (>10 itens)	Presença razoável (5-10 itens)	Escasso (1-4 itens)	Ausente

Tabela 3 - Classificação dos itens do lixo, de acordo com a fonte mais provável.
Table 3 - Classification of the items of litter according to the most probable source.

Fontes	Itens mais comuns
USUÁRIO	canudos, palitos plásticos, garrafas de água, pratos, copos e talheres plásticos, embalagens de alimentos fabricadas com polipropileno biorientado metalizado, embalagens de bronzeadores, água oxigenada, espátulas e palitos de madeira, fraldas, sandálias de borracha, pontas de cigarro, latas e tampas metálicas de bebidas, restos de alimento
DOMÉSTICA	embalagens de medicamentos, cotonetes, garrafas de produtos de limpeza e higiene pessoal potes de margarina e de outros alimentos, papelão.
MISTA	garrafas PET, anéis de garrafa, tampas plásticas, preservativos, absorventes, rolhas, sacos e folhas plásticas, brinquedos, isqueiros, canetas, seringas e agulhas, embalagens longa vida.
PESCA	fios e fitas de nylon, redes, poliestireno expandido, light stick, linhas de pesca.

Tabela 4 - Análise dos parâmetros do uso e exploração do manguezal nas áreas 1 e 2.
Table 4 - Analysis of the parameters of the use and exploitation in the mangrove areas 1 and 2.

PARÂMETROS	ÁREA 1	ÁREA 2
1. Grau de urbanização do entorno	Alto	Alto
2. Localização e acessos	Difícil Isolado (estrada de barro)	Fácil Próximo de área asfaltada Próximo de área turística
3. Exploração (recursos naturais)	Muito explorada Retirada de ostras, mariscos e sururus Retirada de caranguejos Pesca artesanal	Pouco explorada Pesca artesanal esporádica
4. Exploração (aquicultura)	Desativada	Inexistente
5. Exploração (outras atividades)	Pouco explorada Atividades educacionais Pesquisa	Muito explorada Turismo Atividades educacionais Atividades recreacionais

Na Área 1, o acesso é difícil porque é feito através de uma estrada de barro que dá entrada a uma trilha muito estreita margeada por vegetação espessa, sem sinalização e com desníveis e processos de erosão. O manguezal local apresenta boas condições, com recuperação da vegetação, a qual foi retirada no passado, em alguns trechos, para construção de viveiros e posteriormente replantada, após a desativação do cultivo.

Na área 2, há apenas uma faixa estreita de mangue, totalmente limitada em suas faces oeste e sul por estruturas urbanas. Além das pistas asfaltadas que permitem a chegada à área, o local dispõe de um acesso que foi aberto com a retirada do manguezal e construído sobre um elevado de pedras e de forma a permitir a chegada ao Forte dos Reis Magos (Figuras 2A e 2B).

Na entrada do acesso ao Forte, uma área asfaltada é utilizada como estacionamento de veículos e por vários comerciantes (fixos e ambulantes) que disponibilizam inúmeros itens de consumo aos visitantes (Figura 2C). Segundo os comerciantes fixos, a Fundação José Augusto, responsável pela administração da área, não permite a presença de ambulantes, no entanto tal determinação é descumprida.

O manguezal da área se conecta com a faixa de praia. No local, podem ser percebidas mudanças nas condições ambientais (sedimentos e biota) em direção ao mar. A coloração do sedimento vai passando de escura para clara, e a biota característica do mangue vai desaparecendo (Figura 2D). O local é frequentemente utilizado como acesso à praia do Forte.

Durante as visitas iniciais às áreas, procurou-se observar qual o tipo de público frequentador e quais as atividades realizadas, a fim de determinar os principais usos. Na área 1 é frequente a presença de pessoas da comunidade local que entram no mangue em busca de caranguejos, principalmente aratus (*Gonipsis cruentata*), além de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) e sururus (*Mytella charruana*). A principal atividade na área é a pesca nos canais do estuário do Rio Potengi, como também a retirada de ostras nas raízes da vegetação e caranguejos. A retirada desses recursos visa o consumo próprio, segundo informações recolhidas durante os

Figura 2 - Área 2. A e B: Acesso ao Forte dos Reis Magos através do manguezal. C: Estacionamento e barracas de artesanato no pátio de acesso ao Forte. D: Zona de transição entre o manguezal e o início da faixa de praia.

Figure 2 - Area 2. A e B: Access to the Reis Magos Fort through the mangrove. C: parking and handcraft stalls in the courtyard access to Fort. D: Transition zone between the mangrove and the beginning of the beach

contatos com as pessoas encontradas no mangue; segundo essas pessoas, há exploração comercial da pesca apenas nos canais principais. No entanto, como existe proibição da retirada de algumas espécies, as pessoas têm medo de fornecer informações que possam prejudicá-las, e talvez omitam a exploração comercial.

Próximo ao local, na mata ciliar, algumas pessoas da comunidade se reúnem (especialmente nos finais de semana), em uma clareira para beber e cozinhar alimentos de forma improvisada, já que o local dispõe de três cacimbas com água doce.

O manguezal também é utilizado por alguns pesquisadores com o intuito de desenvolver pesquisas ou atividades de educação ambiental. Próximo à área (aproximadamente 500 metros de distância), existe um viveiro de camarões que atualmente se encontra ativo, com finalidade comercial.

Na Área 2 ocorre a exploração da pesca artesanal, porém de forma muito esporádica, para consumo próprio e para a fabricação de artesanato. Segundo informações coletadas com pessoas no local, ocorre também a retirada de galhos da vegetação da restinga e do mangue para a fabricação de artesanato.

A área 2 é bastante utilizada para o turismo (visitas ao Forte dos Reis Magos), além de atividades recreacionais e educacionais no manguezal (estudantes) (Figura 2B), mas praticamente não há a utilização para fins de pesquisa. A principal atividade que ocorre na área é visitação ao Forte dos Reis Magos. Segundo o Centro de Documentação Cultural Eloy de Souza, CEDOC, da Fundação José Augusto, FJA, o local recebe uma intensa visitação durante o ano todo, concentrada principalmente nos meses de verão, segundo dados fornecidos pelo órgão para 2010. Nos finais de semana, mais de 10 ônibus de turismo podem ser observados no estacionamento.

3.2. Avaliação dos resíduos sólidos

3.2.1. Análise quali-quantitativa dos resíduos sólidos

Nos seis meses de amostragem, foi registrado um total de 1.381 itens de resíduos sólidos, sendo 77 para a área 1 (0,51 itens/m^{-2}) e 1.304 para a área 2 (8,69 itens/m^{2}).

A área 2 apresentou aproximadamente 17 vezes mais itens que a área 1, no entanto, em ambas as áreas, a categoria de resíduo mais encontrada foi o plástico, superando, em quantidade, mais de dez vezes todas as outras categorias (metal, vidro, papel, tecido, madeira e orgânico) juntas (Figura 3). Na área 1, dentre 71 itens plásticos, aproximadamente 40% foram encontrados no período chuvoso, enquanto que 60% foram registrados no período seco. Na área 2, dentre 1.236 itens plásticos, 31% foram registrados no período chuvoso, enquanto 69 % foram registrados no período seco. Com base nesses dados e nos critérios estabelecidos na Tabela 2, a presença de resíduos sólidos foi considerada praticamente ausente na área 1 e com presença razoável na área 2.

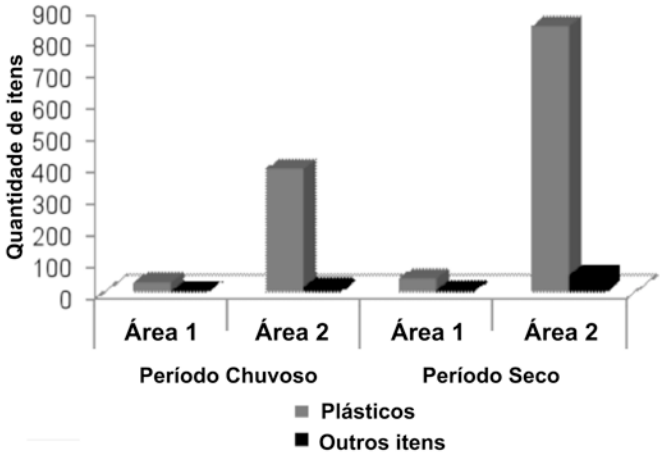

Figura 3 - Comparação entre o número de itens plásticos em relação aos outros itens do lixo nas áreas 1 e 2.

Figure 3 - Comparison between the number of plastic items in relation to other items of litter in areas 1 and 2.

3.2.2. Análise das fontes dos resíduos sólidos

Apesar de não ser possível identificar com precisão a origem de todos os resíduos amostrados (principalmente quando fragmentados), e enquadrá-los em suas devidas fontes, cerca de 92% dos itens da área 1 e 67% da área 2 tiveram sua fonte mais provável identificada (Figura 4). O menor percentual de identificação para a área 2 foi decorrente da grande quantidade de fragmentos encontrados.

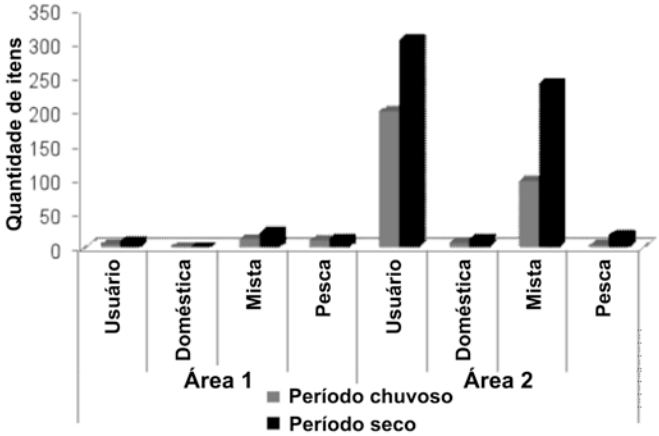

Figura 4 - Quantidade de itens encontrados para cada fonte proposta nos dois períodos amostrais, nas áreas 1 e 2.

Figure 4 - Number of items found for each proposed source in the two sampling periods in areas 1 and 2.

Na área 1 a fonte predominante foi a mista contribuindo com 49 % do total de itens, enquanto na área 2, 57% dos resíduos identificados, tiveram origem provavelmente nos usuários locais.

Em virtude da pequena quantidade de resíduos encontrados na área 1, o detalhamento dos itens mais comuns para cada fonte foi realizado apenas para a área 2. Na categoria usuário, alguns itens se destacaram em abundância (Figura 5) Embora de ocorrência incomum em estudos desse tipo, os preservativos foram encontrados com muita frequência no local, principal-mente presos à vegetação. O item latas/tampas metálicas de bebidas também chamou atenção pela sua ausência, pois se trata de um ítem amplamente comercializado.

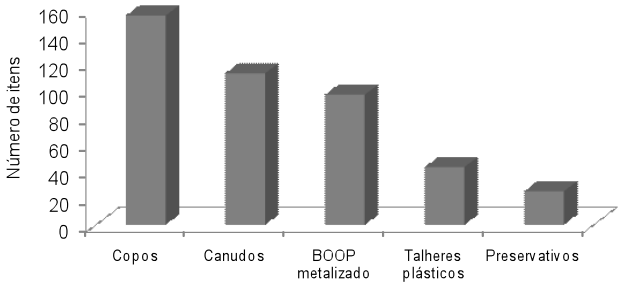

Figura 5 - Itens mais abundantes, relacionados aos usuários, encontrados na área 2.

Figure 5 - Most abundant items related to users, found in area 2.

Quanto aos itens mais abundantes relacionados a categoria fonte mista destacam-se as sacolas plásticas, correspondendo a 81% do total de itens, ou seja, mais abundante que os outros itens mais frequentes (Figura 6).

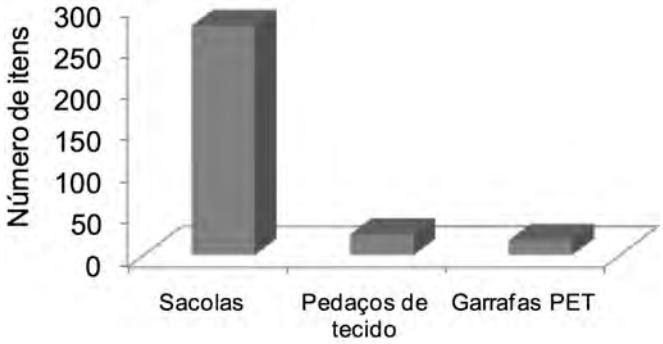

Figura 6 - Itens mais abundantes relacionados à categoria fonte mista, na área 2.

Figure 6 - Most abundant items related to the mixed source category, in the area 2.

Quanto aos itens mais abundantes, relacionados a categoria doméstica, destacaram-se as embalagens plásticas e o papelão, correspondendo a 47% e 26% dos itens da categoria respectivamente. Enquanto que na categoria pesca, os itens predominantes foram fios/fitas de nylon e o poliestireno expandido contribuindo com 81% e 19%, respectivamente.

3.2.3. Variação espaço-temporal nas áreas amostradas

Foi observada uma maior quantidade total de resíduos sólidos no período seco. Esse padrão é bem definido na área 2, onde os itens amostrados na época seca correspondem a mais que o dobro dos encontrados durante o período chuvoso (Figura 7). Este fato provavelmente está relacionado com o maior uso da área nesse período.

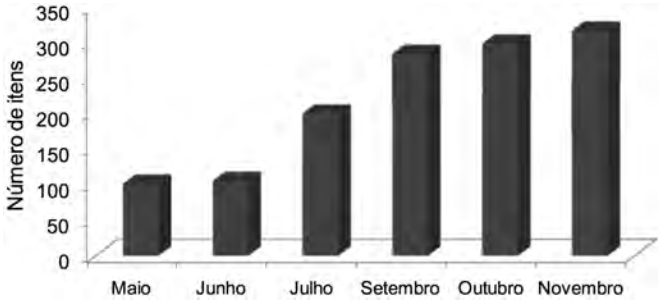

Figura 7. Variação mensal na quantidade total de itens presentes na área 2.

Figure 7. Monthly variation in the quantity of items present in the area 2.

Com relação à localização dos resíduos no ambiente (no sedimento ou suspenso), para a área 1, o percentual de resíduos sobre o sedimento foi de 57%. Já na área 2, atingiu cerca de 65% (Figura 8). O padrão se repetiu nos dois períodos estudados em ambas as áreas.

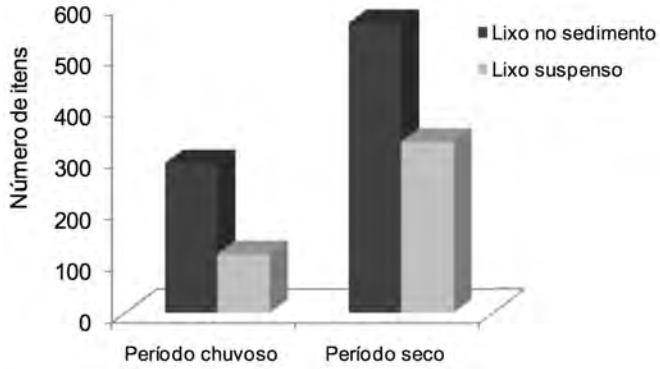

Figura 8 - Comparação entre o número de itens do lixo presentes no sedimento e suspensos na vegetação na área 2.

Figure 8 - Comparison between the number of items of litter present in the sediment and suspended in vegetation in the area 2.

Entre as parcelas, em ambas as áreas, também houve uma maior quantidade de lixo no período seco. Na área 1, as quantidades foram semelhantes entre as parcelas 1 e 2 e mais que o dobro na parcela 3; já na área 2 a semelhança ocorreu entre as parcela 1 e 3, as quais apresentaram 4 vezes mais itens que parcela 2.

Tabela 5 - Quantidade média de resíduos sólidos entre as parcelas amostrais em cada área.

Table 5 - *Average amount of solid waste among sample plots in each area.*

Área 1			
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
Período Chuvoso	1,7±1,2	2,3±1,2	6,0±5,3
Período Seco	3,3±2,5	3,3±1,5	9,0±7,0
Área 2			
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
Período Chuvoso	51,3±23,2	10,3±3,5	73,7±32,9
Período Seco	137,0±16,5	27,3±4,9	135,0±14,7

4. Discussão

O grau de uso de uma determinada área normalmente decorre do quanto ela é propícia para exploração de seus recursos naturais, sejam eles a biota, bens minerais, beleza cênica ou aspectos culturais que justifiquem atividades de turismo. É fato que quanto maior o isolamento da área, ou as dificuldades de acesso à mesma, mais protegida ela se torna. Apesar da proximidade com áreas residenciais e de comércio, e da exploração de recursos naturais para fins de subsistência, a Área 1, pode ser considerada bastante conservada. Isso pode estar relacionado ao difícil acesso, e à falta de atrativos turísticos, o que restringe o seu uso e exploração.

A Área 2, embora com pouca exploração de recursos naturais, sofre um elevado impacto antrópico, básicamente decorrente de dois fatores: a atividade turística e comercial agregada ao Forte dos Reis Magos, que recebe um grande número de visitantes durante o ano inteiro, e a proximidade com a praia do forte, fato que favorece a entrada de um grande número de pessoas na área do manguezal, pois durante a maré baixa os canais propiciam piscinas naturais. A abundância de pessoas na área contribui para o aumento de comerciantes que fornecem uma diversidade de lanches, bebidas e até vestuários, trazendo aos banhistas e visitantes, comodidade e uma ampla variedade de itens para consumo. Quanto maior a disponibi-lidade de alimentos e bebidas, maior a geração de resíduos, representados na maioria das vezes por embalagens plásticas, reconhecidamente de baixo poder de degradação (Silva *et al*., 2008; Silva-Cavalcanti *et al*., 2009).

A discrepância na quantidade de resíduos encontrada entre as áreas provavelmente está diretamente relacionada com as características de localização e uso de cada uma. De acordo com Vieira *et al*. (2011), a intensa utilização de ambientes naturais, como praias e manguezais próximos à praia é acompanhada quase sempre de um descarte irregular de resíduos.

Entre as parcelas, as diferenças quantitativas estão associadas principalmente com os padrões de localização de cada uma e hidrodinâmica local. Na área 1, embora as parcelas 1 e 2 fiquem mais próximas do canal e o alagamento ocorra sucessivamente da 1 em direção à 2, a maior quantidade de resíduos ocorreu na parcela 3 (mais próxima da mata ciliar e da entrada do manguezal), provavelmente em decorrência do melhor acesso para usuários locais. Na área 2, as parcelas 1 e 3 recebem uma maior quantidade de resíduos transportados pela maré, porque estão localizadas exatamente na entrada de pequenos canais (recebendo água rapidamente e em maior volume); enquanto que a parcela 2 é a última a ser alagada e sofre um menor alagamento.

Do ponto de vista qualitativo, a abundância de itens plásticos em ambas as áreas, já era esperado. A presença majoritária de plásticos entre os itens de resíduos sólidos coletados em ambientes costeiros, tanto praias como estuários, é um padrão que tem se repetido em inúmeros locais (Araújo & Costa, 2007; Ivar do Sul & Costa, 2007; Ivar do Sul & Costa, 2013; Vieira *et al*, 2011; Moore *et al*, 2011; UNEP, 2005; UNEP, 2009), evidenciando este tipo de poluição como um grave problema ambiental, que está associado a alguns fatores como: i) ampla utilização do plástico pela população; ii) baixo reaproveitamento e ineficiência de técnicas de reciclagem; iii) longo tempo de persistência e difícil degradação dos plásticos. O encalhe de plástico em manguezais já foi evidenciada em outros trabalhos, (Browne *et al*., 2010; Neves *et al*., 2011; Vieira *et al*., 2011; Ivar do Sul & Costa, 2013). Além disso, as características morfológicas desse ambiente contribuem para a retenção dos resíduos .

Dos resíduos plásticos recolhidos na área 2, e relacionados com usuários, os copos, canudos, embalagens de alimentos de Polipropileno Biorientado (BOPP) metalizado, e talheres, são amplamente utilizados, persistentes no ambiente e de difícil reciclagem, o que intensifica os impactos. Apesar da presença constante de comerciantes na área, não se encontraram muitas latinhas metálicas, provavelmente devido à intensa reutilização de latas de alumínio. Este fato também foi observado em outros estudos (Araújo & Costa, 2007; Dias Filho *et al*., 2011;

Silva-Cavalcanti *et al*., 2009). A grande quantidade de itens de lixo encontrada com origem nos usuários locais reflete a falta de educação das pessoas, representada pelo descaso com o meio ambiente e com os espaços públicos. Os comportamentos e os atos humanos – acidentais ou intencionais – são as fontes do lixo para ambientes naturais.

A contribuição de usuários na presença e acumulação de resíduos sólidos em áreas costeiras é comprovada e relatada em inúmeros estudos já realizados no Brasil (Araújo & Costa, 2007; Santos *et al.*, 2003; Silva *et al*., 2008; Dias Filho *et al*., 2011). Na área 2, não há lixeiras para destinação de resíduos, em toda a extensão da passarela que dá acesso ao Forte, depósitos para colocação de resíduos são encontrados apenas na parte do estacionamento. Este fato com certeza contribui na poluição da área, pois estimula o descarte dos resíduos em locais inapropriados. Sendo uma área de intensa atividade turística, a instalação e manutenção de lixeiras deveriam ser obrigatórias.

Os itens enquadrados na categoria de fonte mista foram classificados como tal exatamente pela dificuldade em se estabelecer sua origem mais provável, portanto, tanto podem ter chegado aos locais através do rio (fonte doméstica); terem sido descartados diretamente no ambiente por usuários locais ou transportados pela maré. A influência da maré pode ser determinante para a movimentação e retenção de resíduos sólidos, já que a ação das correntes pode conduzir os resíduos para áreas além daquelas de seu descarte (Thornton & Jackson, 1998).

No entorno das duas áreas, em todos os meses, foi observada a presença de resíduos sólidos. Na área 1 a principal concentração de resíduos fora dos locais de amostragem (acúmulos de garrafas PET, principalmente), ocorre na entrada do manguezal. É provável que os pescadores levem esse material até o mangue para construir armadilhas. Lixo também é encontrado com frequência no local onde moradores se reúnem próximo às cacimbas.

Embora discreto na área 1, o fato é alarmante na área 2. Em vários locais, uma grande quantidade de resíduos pode ser facilmente visualizada tanto na restinga adjacente ao manguezal (Figura 9A), como dentro do próprio manguezal, em locais imediatamente abaixo da passarela de concreto que dá acesso ao Forte (Figura 9B). Muito provavelmente esses locais podem estar atuando como fontes de recarga contínua de resíduos para dentro das áreas mais alagáveis do manguezal, onde o sedimento mais fino e o emaranhado da vegetação funcionam como aprisionadores do lixo. Muitos resíduos foram encontrados quase completamente enterrados nas áreas mais lamacentas.

Os resíduos presentes nesses locais têm muito provavelmente origem direta nos usuários que os frequentam. O lixo encontrado abaixo da passarela pode estar sendo lançado pelos passantes que se dirigem ao Forte; já o lixo encontrado na restinga, pelas pessoas que utilizam a área como acesso à praia, ou em atividades no próprio local.

Um fato que chama à atenção é a grande quantidade de preservativos usados, presentes dentro do manguezal, principalmente suspensos nos galhos. Esse tipo de resíduo foi o quinto mais comum dentro da categoria usuário, fato incomum em outros estudos. Corroborando os dados, podem ser encontradas nas áreas de restinga adjacentes ao manguezal, especialmente em locais sombreados nas árvores, muitas embalagens vazias de preservativos, indicando que seu uso é bastante elevado na área (Figura 9A). Talvez a proximidade com a praia e a possibilidade de abrigo na vegetação expliquem o fato.

Com relação a outros tipos de resíduos presentes em ambientes costeiros, como sacolas plásticas, cotonetes, frascos de produtos de limpeza, resíduos hospitalares etc., a ocorrência é consequência da falta de um gerenciamento eficaz dos resíduos recolhidos nos municípios. Na área 2, as sacolas plásticas contribuíram com 81% dos itens classificados como de origem mista. Esse tipo de resíduo é facilmente retido nos manguezais porque são soterrados pelo sedimento rapidamente, ficando enterrados por períodos indefinidos, ou ficam presos nos galhos e raízes também por longos períodos.

As áreas 1 e 2 apresentaram respectivamente, 2 e 3% de itens na categoria doméstica. Apesar de parecer um número baixo, a fonte doméstica é a de mais difícil controle, porque depende das condições de saneamento nas municipalidades costeiras e da manutenção das bacias hidrográficas livres desse tipo de poluição.

Proporcionalmente, os itens de origem em atividades de pesca obtiveram uma participação relevante na área 1, em contraste com a área 2; isto pode estar relacionado ao fato de que a pesca atua como uma das formas de sustento para muitas pessoas na área 1, o que explicaria a maior presença de itens como linhas de nylon, poliestireno expandido e armadilhas artesanais construídas com partes de garrafas PET. Já na área 2, a pesca é esporádica, por isso a baixa quantidade de itens provindo dessa fonte.

Embora os resíduos tenham sido totalmente retirados do local nos meses do período seco, a quantidade de itens aumentou a cada mês na área 2 (Figura 7), evidenciando uma recarga permanente na área, provavelmente em função do aumento do número de visitações turísticas que ocorrem à partir de setembro, segundo informações do Centro de Documentação Cultural Eloy de Souza (CDOC/RN). Na área 1, também ocorreu um aumento nos dois primeiros meses do período seco, o que foi uma surpresa, pois esperava-se que, pelo fato da área não ser turística, o aumento fosse maior nos períodos de maior vazão do rio, como relatado em outros trabalhos (Araújo & Costa, 2007; Moore *et al.*, 2011; Ivar do Sul & Costa,

2013). Talvez o fato possa ser explicado pela melhoria das condições de acesso à área no período seco, o que atrai um maior número de pessoas da comunidade. Uma outra possibilidade é a ação da maré, trazendo resíduos provenientes de áreas mais costeiras, onde a quantidade aumenta no período seco.

Figura 9 - Lixo no entorno da Área 2. A: Lixo na vegetação próxima ao manguezal. B: Lixo próximo ao acesso do Forte.

Figure 9 - Litter in the surroundings of Area 2. A: Litter in vegetation close to mangrove. B: Litter close to Fort access.

De acordo com os resultados encontrados em ambas as áreas, os resíduos sobre o sedimento foram maioria. Os sedimentos do mangue têm um alto poder de retenção de resíduos, que na maioria das vezes ficam parcialmente ou totalmente enterrados. Quanto maior o grau de recobrimento ou soterramento, menor a probabilidade de remoção por processos naturais. Itens como sacolas plásticas e copos são frequentemente encontrados nessas condições. Embora em menor proporção, a presença de itens suspensos nos galhos e raízes pode ser considerada alta. Quando os resíduos são suspensos pela maré e ficam retidos e emaranhados na vegetação, também têm o seu poder de remoção diminuído, afetando esteticamente o manguezal e causando o aumento progressivo do acúmulo de lixo.

Além do impacto gerado pela presença dos resíduos sólidos, a área 2 é afetada por outro problema; segundo alguns comerciantes locais, muitas pessoas que frequentam o local utilizam o manguezal como um banheiro natural, encorajadas provavelmente pela ausência de banheiros apropriados. Em decorrência dessa prática, odores desagradáveis podem ser sentidos com frequência no local. Esta situação não deveria ocorrer de forma alguma em uma área de tamanha importância turística.

5. Conclusões

Sendo ambientes extremamente sensíveis e propensos ao acúmulo de resíduos sólidos, áreas de manguezal, especialmente aquelas próximas à praias muito frequentadas, devem receber atenção especial, no sentido de controlar os possíveis impactos gerados pela presença humana. É muito importante o conhecimento adequado da quantidade e variedade das fontes de resíduos sólidos para esses ambientes, porque ele serve como a base principal para as decisões gerenciais sobre ações para prevenir, reduzir e controlar os problemas causados pelo estuarino. Os dados obtidos poderão servir como uma base de dados para comparação com outros estuários, visando estabelecer o quanto o uso pode interferir na qualidade ambiental.

A grande quantidade de resíduos encontrados na área de manguezal próxima ao Forte dos Reis Magos demonstra que a área necessita de planejamento e infraestrutura para receber os turistas, com instalação de lixeiras em quantidades suficientes e ações de educação ambiental com comerciantes e guias turísticos. Há duas abordagens para se lidar com o lixo marinho, uma é prevenir e reduzir a sua entrada nos ambientes costeiros, e a outra é remover o lixo acumulado que já está descartado, despejado e abandonado no meio ambiente; obviamente a segunda opção é a mais dispendiosa e difícil. A prevenção é geralmente mais eficaz e eficiente do que ações para remediar.

A constatação de que os usuários são os principais responsáveis pela geração de resíduos presentes na área 2, pode contribuir no desenvolvimento de ações direcionadas para redução do problema, como instalação de lixeiras, distribuição de recipientes para coleta do lixo e campanhas educativas com usuários. A conscientização do público e o encorajamento das pessoas para mudanças de atitudes relacionadas com o gerenciamento de resíduos sólidos são componentes essenciais nos esforços de mitigação da presença de resíduos sólidos em ambientes costeiros.

Referências bibliográficas

Araújo, M.C.B.; Costa, M. (2007) - *Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. Waste Management, 27(6):833–839. DOI:* 10.1016/j.wasman.2006.04.018.

Browne, M.A.; Galloway, T.S.; Thompson, R.C. (2010) - Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. *Environmental Science and Technology,* 44(9):3404–3409. *DOI:* 10.1021/ es903784e.

Cintrón, G.; Schaeffer-Novelli, Y. (1983) - *Introducción a la ecologia del manglar.* 109p., UNESCO-ROSTLAC *(*Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe / Regional Office for Science and Technology for Latin America and the Caribbean*),* Montevideo, Uruguay.

Coe, J.M.; Rogers, D.B. (Eds.) (2000) - *Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions*. 432p., Springer, New York. *ISBN: 978-0387947594.*

Costa, M.F.; Silva-Cavalcanti, J.S.; Barbosa, C.C.; Portugal, J.L.; Barletta, M. (2011) - Plastics buried in the inter-tidal plain of a tropical estuarine ecosystem. *Journal of Coastal Research* (ISSN: 0749-0208)*,* SI64:339–343. . Disponível on-line em http://www. ics2011.pl/artic/SP64_339-343_M. F. Costa.pdf

Cunha, E.M.S. (2004) - *Evolução atual do litoral de Natal-RN (Brasil) e suas aplicações à gestão integrada.* 381p., Tese de Doutorado, Departament d'Estratigrafia i Paleontologia, Universitat de Barcelona, Barcelona, España. *Não publicado.*

Derraik, J.G.B. (2002) - The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9):842–852. DOI: 10.1016/S0025-326X(02)00220-5.

Dias Filho, M.J.O.; Araújo, M.C.B.; Silva-Cavalcanti, J.S.; Silva, A.C.M. (2011) - Contaminação da praia de Boa Viagem (Pernambuco-Brasil) por lixo marinho: relação com o uso da praia. *Arquivos de Ciências do Mar (*ISSN: 0374-5686*)*, 44(1):33–39, Labomar, Fortaleza, CE, Brasil.

Earll, R.C.; Williams, A.T.; Simmons, S.L. (1997) - Aquatic litter, management and prevention - the role of measurement. *MEDCOAST 97 (Third international conference on the Mediterranean coastal environment),* 1:383–396. ISBN: 9754291101, 9754291152. Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

Ivar do Sul, J.A.; Costa, M. (2007) - Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here? *Marine Pollution Bulletin,* 54(8):1087–1104. DOI: 10.1016/j.marpolbul. 2007.05.004.

Ivar do Sul, J.A.; Santos, I.R.; Friedrich, A.C.; Matthiensen, A.; Fillmann, G. (2011) - Plastic pollution at a sea turtle conservation area in NE Brazil: Contrasting developed and undeveloped beaches. *Estuaries and Coasts*, 34(4):814–823. DOI: 10.1007/s12237-011-9392-8.

Ivar do Sul, J.A.; Costa, M. (2013) - Plastic pollution risks in an estuarine conservation unit. *Journal of Coastal Research*, SI65:48–53. DOI: 10.2112/SI65-009.1.

Ivar do Sul, J.A.; Costa, M.F.; Silva-Cavalcanti, J.S.; Araújo, M.C.B. (2014) - Plastic debris retention and exportation by a mangrove forest patch. *Marine Pollution Bulletin*, 78(1-2):252–257. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul. 2013.11.011

Lacerda, L.D. (1999) - Os manguezais do Brasil. *In:* M. Vannucci, *Os manguezais e nós: uma síntese e percepções,* pp.185–196. Editora da USP, São Paulo, SP, Brasil.

Moore, C.J. (2008) - Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research,* 108(2):131–139. DOI*:* 10.1016/j.envres.2008. 07.025.

Moore, C.J.; Lattin, G.L.; Zellers, A.F. (2011) - Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California. *Revista da Gestão Costeira Integrada,* 11(1):65–73. DOI: 10.5894/rgci194.

Neves, R.C.; Santos, L.A.S.; Oliveira, K.S.S.; Nogueira, I.C.M.; Loureiro, D.V.; Franco T.; Farias, P.M.; Bourguinon, S.N.; Catabriga, G.M.; Boni, G.C.; Quaresma, V.S. (2011) - Análise qualitativa da distribuição de lixo na praia da Barrinha (Vila Velha – ES). *Revista de Gestão Costeira Integrada,* 11(1):57–64. DOI: 10.5894/rgci193.

Santos, I.R.; Friedrich, A.C.; Wallner-Kersanach, M.; Fillmann, G.; Shiller, R.V.; Costa, R. (2003) - Geração de resíduos sólidos pelos usuários da praia do Cassino, RS, Brasil. *Gerenciamento Costeiro Integrado,* (ISSN: 1677-4841), 3:12–14, Itajaí, SC, Brasil. Disponível on-line em http://www.globalgarbage.org /04_gestao_residuos_solidos.pdf

Silva-Cavalcanti, J.S.; Araujo, M.C.B.; Costa, M. (2009) - Plastic litter on an urban beach: a case study in Brazil. *Waste Management & Research*. 27:93–97. DOI: 10.1177/ 0734242X08088705.

Silva, J.S.; Barbosa, S.C.T.; Costa M.F. (2008) - Flag items as a tool for monitoring solid wastes from users on urban beaches. *Journal of Coastal Research*, 24(4):890–898. DOI: 10.2112/06-0695.1.

Thornton, L.; Jackson, N.L. (1998) - Spatial and temporal variations in debris accumulation and composition on an estuarine shoreline, Cliffwood beach, New Jersey, USA. *Marine Pollution Bulletin*. 36(9):705–711. DOI: 10.1016/S0025-326X(98)00041-1.

UNEP (2005) - *Marine Litter, an analytical overview*. 47p., United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya. Disponível on-line em http://www.unep.org/regionalseas/ marinelitter/publications/docs/anl_oview.pdf

UNEP (2009) - *Marine Litter: A Global Challenge*. 232p., United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya. Disponível on-line em http://www.unep.org/pdf/unep_marine_ litter-a_global_challenge.pdf

Vieira B.P.; Dias, D.; Hanazaki, N. (2011) - Homogeneidade de encalhe de resíduos sólidos em um manguezal da Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada,* 11(1):21–30. DOI: 10.5894/rgci188.

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-431_Pantalena.pdf | DOI:10.5894/rgci431

Marcas da ação antrópica na história ambiental do Rio Jaguaribe, Ceará, Brasil *

Tracks of anthropic action in the environmental history of the Jaguaribe River, State of Ceará, Brazil

Ana Flávia Pantalena [@, 1]; Luis Parente Maia[1]

RESUMO

Localizado na região leste do estado do Ceará, o Rio Jaguaribe representa a maior e mais relevante reserva hídrica cearense. Juntamente com seus tributários mais importantes, os rios Banabuiú e Salgado, formam as bacias do Alto, Médio e Baixo Jaguaribe. Sua bacia hidrográfica abrange aproximadamente 80.000 km^2 e compreende praticamente a metade da área do Estado. Apesar da irregularidade hídrica fluvial cearense, o rio Jaguaribe teve um papel de destaque na ocupação e no desenvolvimento econômico do Estado. Através de uma abordagem histórica, desde o início de sua colonização, no século XVII, até os dias de hoje, em conjunto com os elementos naturais e associada aos diversos usos e às várias atividades econômicas desenvolvidas na área, buscou-se apresentar e analisar os diversos impactos decorrentes dessa ocupação, bem como a importância da avaliação dos impactos ambientais de maneira mais integrada e sistêmica, levando-se em consideração os eventuais impactos ambientais residuais e/ou cumulativos gerados isoladamente ou pela somatória das atividades desenvolvidas na região, a fim de prevalecer o uso racional e sustentável do ambiente para as futuras gerações. A presente pesquisa possui características exclusivamente qualitativas, tendo como procedimentos técnicos a pesquisa dos livros históricos e documentos disponíveis, a observação simples, entrevistas e levantamento fotográfico. No que se refere à conclusão desse processo de investigação científica, pode-se considerar que, historicamente, a ocupação das margens do rio Jaguaribe ocorreu levando em consideração tão somente os interesses antrópicos.

Palavras-chave: impacto ambiental; desenvolvimento; História Ambiental.

ABSTRACT

The Jaguaribe River, which is located in Eastern Ceará is the largest and most important reserve of fresh water for the Brazillian state of Ceará The Rivers, Banabuiú and Salgado, along with the most important tributaries of Jaguaribe, form the Upper, Middle, and Lower Jaguaribe watersheds that cover approximately 80,000 km2, and half of the area of the State. An important Environmental Preservation Area (EPA, also known as Área de Preservação Ambiental (APA) in Brazilian Portuguese) is located at the outfall of River Jaguaribe is located. The Canoa Quebrada EPA is internationally known for its natural beauty and tourism potential. The Jaguaribe River belongs to the Atlantic- Western Northeast Hydrographic Region—named by the National Water Agency (NWA, also known as Agência Nacional de Águas (ANA) in Brazilian Portuguese), the Federal Regulating Agency and manager of water resources in Brazil. It is uniquely important for the water supply of the State capital, Fortaleza, and its metropolitan area as well as to the State Industrial Park. The importance of its water resources is being currently investigated by the Global International Waters Assessment (GIWA) project, UNEP / GEP (hydrographic area known as Brazilian Northeast – 40a, especially since it is located in a semi-arid state, and environmental pressure is being increasingly caused by the regional economic development. Although the Brazilian government monitors the quality of the

[@] Corresponding author: <*panta3@terra.com.br*>

[1] Universidade Federal do Ceará (UFCE), Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), CEP 60165-081, Fortaleza, CE, Brasil.

** Submission: 4 AUG 2013; Peer review: 6 SEP 2013; Revised: 12 NOV 2013; Accepted: 21 FEB 2014; Available on-line: 7 APR 2014*

water and its flow, recent studies on the environmental impact on coastal ecosystems demonstrated a reduced flow of sediments to the sea and changes in their physicochemical characteristics, which cause imbalance and erosion of the coastal zone, besides degradation of mangroves and associated ecosystems. Many impacts, currently perceived on the coast, originate in locations distant from the outfall of the river, or have been caused by activities that occurred in the past, and which continue to affect the entire length of the watershed. Although the irregularity of the river waters of Ceará, which compromises the use of this river as a means of transportation, Jaguaribe had a prominent role in the occupation and economic development of the State. The city of Aracati, located on its outfall, was for long time an important economic, social, and political center of Ceará, in addition to being the main producer and exporter of dried meat (jerky) to sugarcane regions and to having hosted the largest export port of the State (Port of Fortim). Even to this day, some of the most important cities and economic activities of Ceará are located along its banks. The different impacts derived from its occupation, since the beginning of its colonization in the 17th century, until today, were shown and analyzed in this study, together with natural elements, in conjunction with different uses and various economic activities undertaken in the area. Moreover, it was also important to evaluate the environmental impacts in an integrated and systematic manner, considering any potential environmental impacts, residual and / or cumulative, generated separately or by the sum of the activities engaged in the region to propagate the sustainable and rational use of the environment for future generations. This is a qualitative study in which investigation of historical books and documents, simple observations, interviews, and photographic surveys are the main technical procedures. In conclusion, it may be considered that, historically, the occupation of the Jaguaribe River considered only anthropogenic interests.

Keywords: : *environmental impact; development; Environmental History.*

1. Introdução

As margens do rio Jaguaribe, desde o início da colonização do estado do Ceará, foram o centro de muitas atividades sociais e econômicas, tendo sofrido com a intervenção e as formas de ocupação do homem, cada vez mais intensas e capazes de comprometer sua integridade funcional para as futuras gerações. No decorrer do tempo, a ação antrópica sobre os recursos naturais, de um modo geral, tem contribuído para o estado atual de degradação ambiental do nosso planeta e pode colocar em risco o seu uso.

Durante todo o processo de colonização do estado do Ceará, o rio Jaguaribe sempre figurou como um dos principais facilitadores para a penetração e fixação dos colonizadores "sertão adentro", fornecendo os requisitos essenciais à sobrevivência humana: alimento, solo e água (Girão, 1986; Thebérge, 1869).

Com o passar dos séculos a região jaguaribana passou por vários ciclos econômicos, sofrendo diferentes tipos de impactos ambientais em decorrência do acelerado e mal planejado ritmo de expansão e prática agropastoril, açudagem, ocupação urbana, industrialização, gerando problemas, muitas vezes, irreversíveis, capazes de comprometer economicamente e ecologicamente esse importante recurso hídrico cearense (Guerra, 2009; Pinheiro *et al.*, 2009).

Diante da importância do rio Jaguaribe para o Ceará, principal fonte hídrica do Estado, bem como a crescente preocupação quanto à disponibilidade e à qualidade hídrica mundial, faz-se necessário um estudo mais abrangente e sistêmico dos diversos usos a que foi e está sendo submetido este rio, a fim de apontar os principais problemas advindos da inadequada forma de utilização de suas margens desde o início de sua ocupação e possíveis formas de mitigar esses impactos para as futuras gerações.

O estudo da ocupação da região jaguaribana e das diversas atividades econômicas que fomentaram seu desenvolvimento visa apontar muitos dos impactos ambientais que atingiram direta ou indiretamente a região e refletir acerca das mudanças ambientais originadas a partir da acumulação temporal e espacial gerada por essas atividades, delimitando, assim, o objetivo geral do presente processo de investigação.

Assim, esta pesquisa objetivou: 1) Analisar historicamente os diversos usos do rio Jaguaribe, relacionando sua ocupação/ ciclo econômico com os possíveis impactos ambientais causados pelas atividades antrópicas; 2) Caracterizar os impactos ambientais atuais e os possíveis impactos futuros decorrentes das atividades empreendidas no passado e no presente; 3) Ressaltar a importância de se considerar os impactos ambientais residuais e/ou cumulativos, seja na escala temporal ou espacial, nas futuras avaliações e autorizações de usos dessa bacia hidrográfica.

2. Material e métodos

2.1. Enquadramento

A bacia hidrográfica do rio Jaguaribe está localizada no quadrante leste do estado do Ceará. Seu curso fluvial segue desde o interior, no sentido NNE-SSW (norte-nordeste e sul-sudoeste), por uma extensão de 610 km, abrangendo uma área de drenagem de 80.000 km2. Sua extensa área de drenagem é formada, à direita, pelos rios Carius, Salgado e Figueiredo e, à esquerda, pelos rios:Banabuiú e Palhano. (Figura 1).

A delimitação da área estudada, a partir da divisão territorial do estado do Ceará, está inserida na Mesorre-

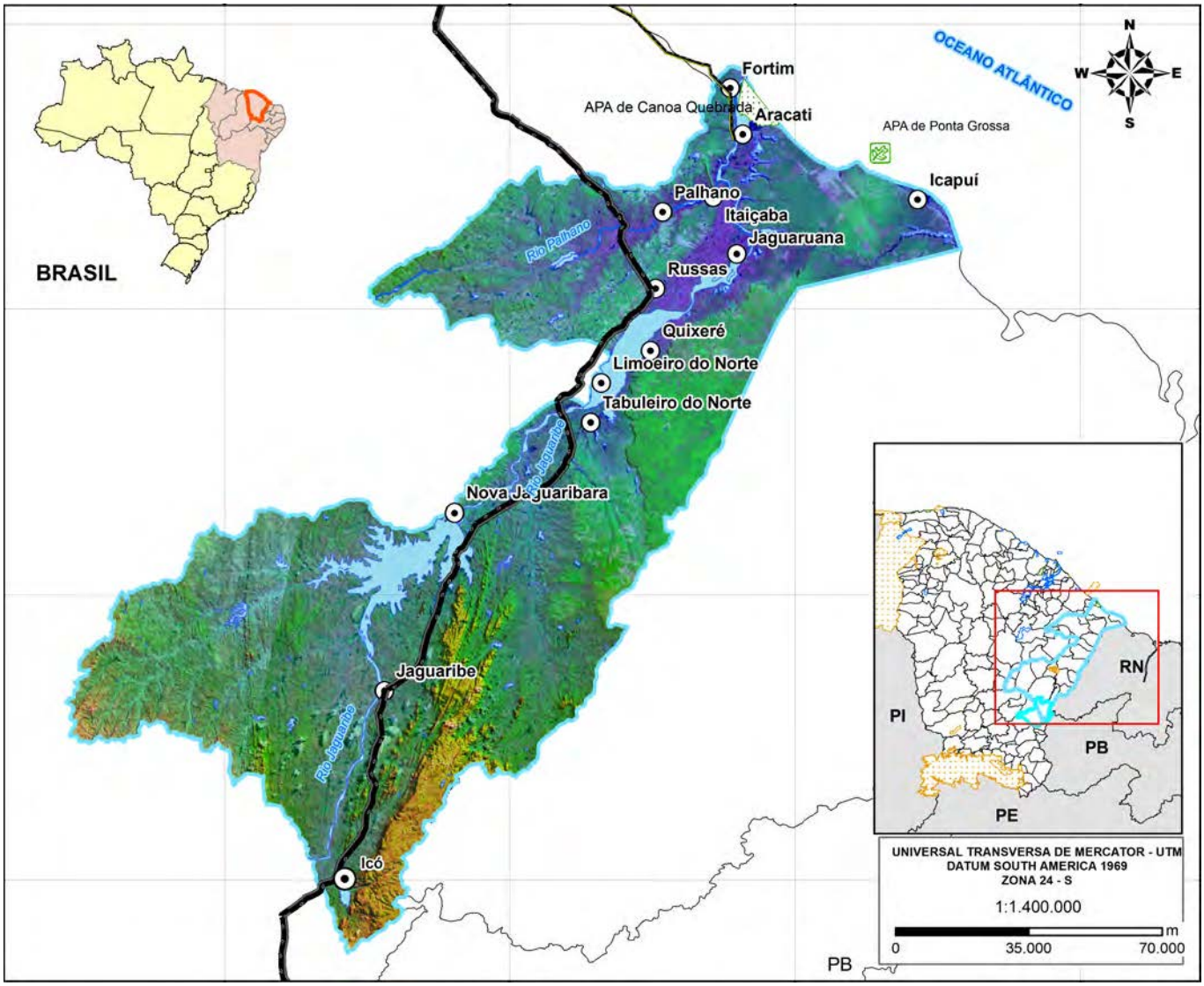

Figura 1 - Localização da área de estudo e acesso (Litoral Leste, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil).

Figure 1 - Location of the study area and access (East Coast, State of Ceará, Northeastern Brazil).

gião Geográfica do Jaguaribe, fazendo parte do presente estudo os Municípios da Microrregião do Litoral de Aracati: Aracati, Fortim, Icapuí e Itaiçaba; na Microrregião do Baixo Jaguaribe: Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Palhano, Quixeré, Russas e Tabuleiro do Norte; e na Microrregião do Médio Jaguaribe: Jaguaribara e Jaguaribe. As principais vias de acesso à área são a rodovia estadual CE-040 e as rodovias federais BR-116 e BR-304

Na desembocadura do rio Jaguaribe está a Área de Preservação Ambiental (APA) de Canoa Quebrada, conhecida internacionalmente por sua beleza natural e seu potencial turístico, e mais a leste a APA de Ponta Grossa.O rio Jaguaribe pertence à Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental, segundo a classificação da Agência Nacional de Águas (ANA) - Órgão Federal regulador e gestor dos recursos hídricos do Brasil - que, juntamente com a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) e a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH), são os órgãos da União e do Estado do Ceará, respectivamente, que controlam a outorga de direito de uso de suas águas de acordo com a finalidade a que se destina[1].

O clima da região é o tropical quente semiárido e semiárido brando, com temperaturas médias anuais acima dos 18oC e chuvas concentradas de 4 a 5 meses, entre janeiro e maio. Há pouca variação da precipitação anual, verificando-se os maiores valores nas cidades litorâneas (IPECE, 2007).

[1] Lei Federal no 9.433/1997 e no 9.984/2000 e Lei Estadual no 14.844/2010, Decreto no 31.076/2012).

A vegetação está dividida em Litorânea: Pioneira Psamófila, Vegetação Subperenifólia de Dunas, Vegetação Perinifólia de Mangue; Vegetação de Várzea: Carnaubais; Vegetação dos Tabuleiros litorâneos: Subperenefólia e subcaducifólia; e Vegetação da Caatinga: espécies arbóreas e espécies arbustivas (SEMACE, 2005; 2006).

Geologicamente, a região está situada na Província Borborema, com sua origem associada ao rifte intracontinental que compõe a Bacia Potiguar. A Litologia é formada por rochas do embasamento Pré-Cambriano e Sedimentos Cretáceos, Plio-Pleistocênicos e Recentes. Consiste dos seguintes domínios morfológicos: Relevo Litorâneo, Tabuleiros Pré-Litorâneos, Borda Norte Ocidental da Chapada do Apodi e Rochas cristalinas (Sales, 2007; Maia, 1993).

2.2. Delineamento Metodológico

O estudo apresenta a relação existente entre as formas de utilização do meio ambiente em razão dos ciclos econômicos do passado e sua implicação nos impactos ambientais atuais. Assim, foi feito a um só tempo o estudo da ocupação humana na zona costeira do Baixo Jaguaribe, dos impactos ambientais individuais e em conjunto, bem como dos residuais e cumulativos decorrentes dessa ocupação, juntamente com os estudos específicos em torno dos registros geológicos da região. Em relação à natureza do trabalho, essa pesquisa possui características exclusivamente qualitativas, vez que não tem, em seus objetivos, a intenção de apresentar resultados mensuráveis quantitativamente.

Já no que se refere aos objetivos, ela pode ser considerada exploratória e descritiva. Exploratória na medida em que permitiu o aprofundamento dos temas correlacionados à temática central do trabalho; e descritiva por procurar descrever uma determinada região em suas mais significantes características, bem como apontar o resultado da ação antrópica.

Quanto aos procedimentos técnicos, optou-se pelas pesquisas bibliográfica, documental e de campo. Na pesquisa documental, buscou-se analisar mapas antigos do Instituto do Ceará, bem como outros mapas temáticos e imagens de satélites, para maior compreen-são das alterações da dinâmica natural da bacia hidrográfica. Por fim, na pesquisa de campo, foram realizadas entrevistas com moradores da região, além da observação simples e de levantamento fotográfico.

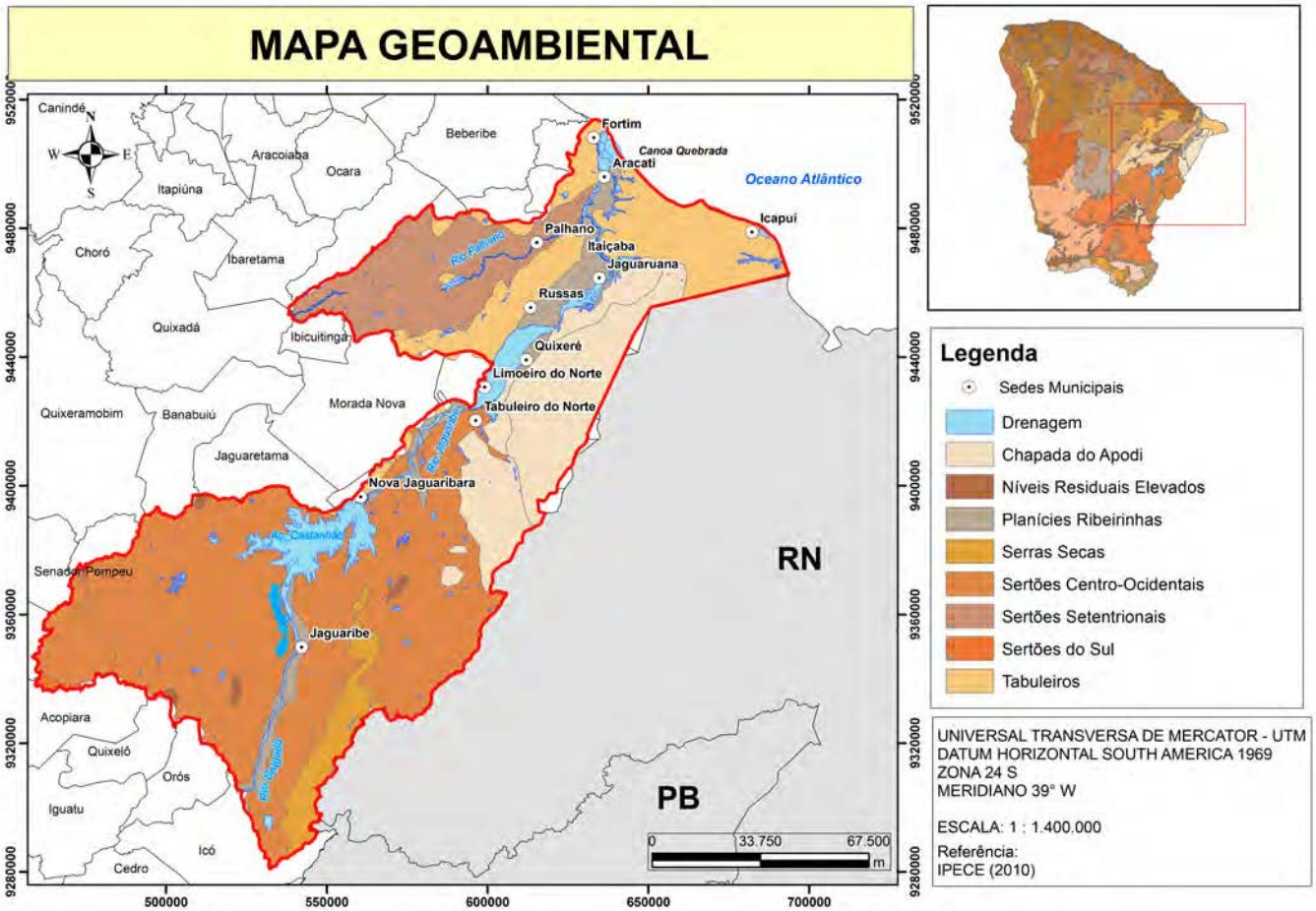

Figura 2 - Bacias Hidrográficas do Médio e Baixo Jaguaribe. (Litoral Leste, Ceará, Brasil).

Figure 2 - Watersheds of the Middle and Lower Jaguaribe. (East Coast, Ceará, Brazil).

3. Resultados e discussão

3.1. Ocupação do território jaguaribano no decorrer da história

Em relação à chegada dos primeiros europeus em terras cearenses, os historiadores relatam o insucesso de muitas expedições em decorrência das dificuldades de navegação e climáticas e os constantes conflitos com os índios nativos, que resultaram em muitas mortes e desistências (*e.g.*, Abreu, 1899; Studart, 1896; 1898; 1903; Thebérge, 1895).

No início, no chamado período pré-colonizador (1500-1530), ocorreram as primeiras expedições de reconhecimento e exploração do Pau-Brasil (*Caesalpina echinata*) no litoral cearense, mas somente a partir de 1600 ocorreram as primeiras expedições portuguesas de vulto no Estado.

Em 1603, o Capitão-mor Pero Coelho de Souza, morador da povoação da Paraíba, percorreu nossa costa à frente de oitenta e seis soldados e duzentos índios para descobrir nossas riquezas e tolher o comércio com os franceses. Essa expedição fundou o forte de São Lourenço, nas margens do rio Jaguaribe (*e.g.*, Studart, 1896; 1898; Thebérge, 1895).

Nesse contexto, o rio Jaguaribe foi um importante facilitador da penetração e fixação dos colonizadores "sertão adentro"; em seus leitos secos os primeiros colonizadores foram instalando suas fazendas, lavouras e avançando seus rebanhos. Às suas margens passava a Estrada Geral do Jaguaribe, que ligava a cidade de Aracati, no litoral, ao sertão; passando pela cidade de Russas, Icó e seguindo o rio Salgado, ultrapassava a chapada do Araripe para alcançar os sertões do Pernambuco em direção à Bahia. Era a principal via de escoamento de gado e cavalos para a zona do Médio São Francisco e minerações de Minas Gerais (Studart, 1896, 1898, 1903).

A povoação do Ceará, pelo Sul, também se deu pelas incursões dos aventureiros baianos e sergipanos, ou "Homens do Rio de San Francisco" (Girão, 1949, 1986; Thebérge, 1869), que chegavam por via do sertão deserto da Paraíba e do Rio Grande e se instalavam. Nos anos seguintes, continuou o povoamento do interior e a expansão das fazendas de gado e cana-de-açúcar. As grandes secas de 1724 até 1728 e a de 1732 mataram muitos habitantes e quase todo o gado (Thebérge, 1895; Girão, 1986).

Apesar dos conflitos constantes com os índios, os períodos intercalados de secas e inundações devastadoras e as dificuldades no escoamento da produção, a região jaguaribana iniciou seu desenvolvimento econômico, chegando, no final do século XVIII, a ser uma das maiores cidades da Capitania (Brigido, 1910).

Diversos ciclos agroeconômicos marcaram o desenvolvimento da região jaguaribana no decorrer dos séculos. O rio Jaguaribe foi, e ainda é, palco de várias atividades antrópicas e representa um importante catalizador econômico para a região.

3.2. A Agropastorícia

A exploração da madeira nativa foi a primeira atividade desenvolvida na região jaguaribana, atraindo o interesse dos primeiros exploradores portugueses, espanhóis, franceses e holandeses. Em 1639, os holandeses, em guerra com a Espanha (que à época dominava Portugal), se sentiram à vontade para invadir e instalar as primeiras salinas na região da atual cidade de Aracati.

A partir de 1681, foram feitas as primeiras doações de Sesmarias pelo rei de Portugal para promover o povoamento do Vale do Jaguaribe pelos criadores de gado, dando início ao ciclo agropastoril, com as primeiras fazendas de gado, cana-de-açúcar e as primeiras indústrias de charque[1] (Girão, 1986).

A cana de açúcar, na região jaguaribana, era produzida basicamente na zona litorânea, sendo beneficiada em pequenos engenhos, sobretudo para obtenção da cachaça[2].

A pecuária fornecia couro para a exportação e carne para o mercado interno. As dificuldades e os prejuízos ocasionados nas longas travessias das boiadas para a venda em outras praças (Pernambuco, Bahia e até Minas Gerais), aliados às características climáticas favoráveis e à proximidade dos depósitos naturais de sal, impulsionaram o desenvolvimento da indústria do charque. (Almeida, 1887)

Aracati transformou-se em produtor de carne seca e no principal porto de exportação deste produto para as regiões produtoras de cana-de-açúcar, além de continuar a ser um ponto de apoio militar (Fortim de Aracati). O rendoso comércio de carne e couro atraía abastados senhores de locais diversos, fazendo com que Aracati fosse considerada, por longo tempo, a localidade de maior influência de formação econômica, social e política do povo cearense (*e.g.,* Paulet, 1898; Girão, V.C, 1984).

As secas de 1777-1778 e 1790-1793 aniquilaram a florescente e rendosa indústria do charque jaguaribano. Segundo Almeida (1887: 85), a seca de 1790-1793 foi tão terrível e rigorosa *"(...) que derrubou, destruio e matou quase todos os gados dos sertões desta comarca, e por isso veio a perder aquelle ramo de commercio das fabricas de carnes secas desde o anno de 1793 exclusivo, porque no anno de 1794 já não houve gados que se matar, (...)"*. Assim, no final do século XVIII, tem início o ciclo do Algodão, e a Vila de Aracati se

[1] Carne bovina cortada em mantas, salgada e seca ao sol ou por processos afins com o objetivo de mantê-la própria ao consumo por mais tempo.

[2] Cachaça ou pinga, nome dado à aguardente de cana, uma bebida alcoólica tipicamente brasileira.

torna um centro comercial com raio de influência até Icó e sertão adentro.

O modo de exploração da pecuária, aliado às características geológicas, geomorfológicas e climáticas da região, mostra- se de extrema relevância ao analisarmos os atuais impactos ambientais. A criação de gado era feita de maneira extensiva e os latifundiários sobrecarregavam o pasto natural (caatinga), colocando um grande número de cabeças de gado em uma mesma área. Aliado ao inadequado plano de manejo, inexistia mão de obra especializada e era comum a prática de queimadas para "limpar" o terreno. A consequência dessas práticas inadequadas de manejo por vários anos foi agravando seus efeitos com o passar dos tempos.

O desmatamento da vegetação natural e o pisoteio do gado foram provocando a degeneração do solo e a erosão do terreno, o que contribui diretamente para a diminuição da capacidade produtiva (econômica e biológica) e da disponibilidade hídrica superficial/ subterrânea, contribuindo diretamente, por fim, para o assoreamento dos cursos de água, a extinção da fauna e flora nativa e o surgimento dos efeitos da desertificação. Essa situação se mostra presente nas proximidades da cidade de Jaguaribe e nos municípios vizinhos.

O ciclo do extrativismo da cera de carnaúba teve início em meados do século XIX e era voltado, sobretudo, para o mercado externo. Trouxe rápido desenvolvimento econômico para as cidades de Limoeiro do Norte e Russas, que margeiam o rio Jaguaribe.

Os ciclos algodoeiro e extrativista também contribuíram e, de certa forma, aceleraram os atuais impactos ambientais, uma vez que as queimadas continuavam presentes como técnica de preparo do solo para plantio, causando a destruição dos micronutrientes do solo, infertilidade e erosão. A retirada de madeira e outros produtos do extrativismo vegetal contribuíram para a queda da biodiversidade e para a destruição da mata ciliar e da caatinga, contribuindo para o assoreamento dos cursos de água.

A remoção dos horizontes superficiais do solo e da mata ciliar resultaram no aumento da produção de sedimentos que se deslocaram para o rio, causando o solapamento de suas margens. Esse processo contribuiu para o rápido empobrecimento do solo e para a aceleração dos processos de desertificação, cada vez tornando mais indispensável a utilização de fertilizantes químicos, agrotóxicos e sementes geneticamente modificadas para manter os níveis satisfatórios de produção.

Nos anos 1970-1980[1], em face da crise econômica, fiscal e financeira nacional, têm início os primeiros projetos de expansão da produção agrícola e irrigação. O cultivo de arroz se destaca como atividade de maior relevância nesse processo, transformando a paisagem rural Jaguaribana, principalmente nas planícies aluviais de Morada Nova e Jaguaruana (Rolim, 2006). Grandes investimentos em obras hidráulicas, estradas, portos, capacitação técnica etc. no Estado atraíram investidores estrangeiros para a Chapada do Apodi, sobretudo para a produção da fruticultura para exportação (Gomes, 2009).

No final do séc. XX, após a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE[2], cresce o número de estudos integrados de planejamento a nível regional contra as secas, tendo início em 1995 a construção do Açude Castanhão (Figura 3), maior açude para usos múltiplos da América Latina, em uma parceria entre a SRH-CE (Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará) e o DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas). Nesse mesmo momento histórico, entra em expansão a mineração e a produção de cerâmica na região da cidade de Russas.

Figura 3 - Açude Castanhão. (Nova Jaguaribara, Ceará, Brasil).

Figure 3 - Castanhão Weir. (Nova Jaguaribara, Ceará, Brazil).

A construção de inúmeros reservatórios e barramentos, aliada às defasadas técnicas de irrigação, promoveu o desenvolvimento, mas provocou o desperdício de grandes volumes de água e resultou em sérios impactos ambientais. Atualmente, 90% do fluxo dos rios cearenses é controlado artificialmente e retido em barragens, açudes e represas (SRH, 2006).

[1] Após o Golpe Militar em 1964, o Brasil viveu sob um regime de ditadura até 1985. Há elevação do endividamento público para manter a política econômica desenvolvida; período conhecido como "Milagre Econômico". Crescimento da indústria brasileira a taxas elevadíssimas graças ao ingresso maciço de capitais estrangeiros. A partir de 1974, com a crise mundial do petróleo, a indústria de bens de consumo duráveis começa a encalhar, repercutindo na elevação nas taxas de juros, altas taxas de inflação e aumento da dívida externa.

[2] A SUDENE é uma autarquia especial, administrativa e financeiramente autônoma, integrante do Sistema de Planejamento e de Orçamento Federal, criada pela Lei Complementar no 125, de 03/01/2007, com sede na cidade de Recife-PE e vinculada ao Ministério da Integração Nacional. Criada em 15/12/1959 representou uma conquista importante para o povo brasileiro, pois deu início a uma nova era, marcada pela incorporação progressiva da Região Nordeste e, em seguida, da Amazônia, ao processo de desenvolvimento nacional. (SUDENE, 2013).

Para a construção desses açudes, foram inundadas e desmatadas extensas áreas cultiváveis; facilitando os processos erosivos do solo no entorno. Aceleraram-se os processos de salinização e eutrofização dos cursos d'água; provocam-se alterações na fauna silvestre natural local, além de interferir no transporte de sedimentos e no fluxo hídrico. Essas alterações contribuíram para a diminuição da vazão do rio, da sua capacidade de transportar sedimentos por longas distâncias e de escavar o canal, resultando na diminuição da profundidade, no assoreamento e na redução na vazão de água doce/sedimentos que chega ao estuário e ao mar, ocasionando um aumento da concentração de poluentes e, consequentemente, na redução dos recursos vivos. (Figura 4)

Figura 4 - Mata ciliar do rio Jaguaribe degradada. (Apodi/Limoeiro, Ceará, Brasil).

Figure 4 - Degraded riparian zone of Jaguaribe River. (Apodi/ Limoeiro, Ceará, Brazil).

3.3. Exploração Mineral e Turismo

Outra atividade praticada nos recentes anos com maior intensidade e que vem provocando significativas consequências ao ambiente jaguaribano é a mineração e a indústria oleira/ceramista. A falta de tecnologia de produção resulta em perda de tempo, de matéria-prima e de mão de obra, encarecendo o produto final e reduzindo sua competitividade.

Dentre as principais características da produção ceramista está a extração da argila, feita, sobretudo, horizontalmente, ficando restrita tão somente à camada superior da jazida, o que contribui para a rápida extinção da maioria dos depósitos de argila do tipo cobertura no futuro. A ineficiência térmica dos fornos de produção resulta no desperdício de lenha, exigindo maiores quantidades desse insumo. Finalmente, outro efeito danoso dessa atividade é a elevada produção de fumaça potencialmente poluente expelida pelos fornos, além de resíduos cerâmicos e esgotos provenientes da produção, vez que não são devidamente descartados para evitar a contaminação do lençol freático.

O desenvolvimento econômico do século XX e XXI[1] e as políticas de apoio à intervenção privada, que tiveram início em meados do séc. XX, fomentaram o desenvolvimento do turismo na Região Costeira, intensificando a construção de grandes empreendimentos, equipamentos turísticos e imobiliários e atraindo a atenção do investimento internacional para o litoral jaguaribano, sobretudo para as cidades de Fortim e Canoa Quebrada (Dantas, 2003).

Assim, houve a aceleração da ocupação urbana e costeira, provocando alterações na paisagem natural, nos fluxos hídricos, além da especulação imobiliária. Em decorrência da falta de prévio estudo e planejamento urbano, as cidades se desenvolveram de maneira irregular, levando em consideração apenas os interesses econômico-financeiros.

Além da especulação imobiliária, que provocou sensíveis transformações no quadro socioambiental (Vasconcelos & Coriolano, 2008); evidenciaram-se problemas com a rápida impermeabilização do solo, a contaminação de recursos hídricos, a erosão de falésias, além dos impactos com a poluição, em face da falta de infraestrutura para dispor corretamente esgotos e lixo sólido. (Figura 5)

3.4. Produção de Energia

Ainda no séc. XX, em meados da década de 70, diante da crise internacional do petróleo, são feitos os primeiros investimentos no Ceará para a produção em escala comercial de energia eólica e petróleo *on shore*. Outras duas atividades econômicas começaram a ser desenvolvidas no final do séc. XX e seguem até os dias atuais em franca expansão, propiciando desenvolvimento econômico para a região: a exploração de petróleo *on shore* (terrestre), na cidade litorânea de Icapuí, e as usinas eólicas, dispostas sobre as dunas de várias cidades costeiras, sobretudo no litoral de Aracati e Canoa Quebrada.

As usinas eólicas provocaram modificações na paisagem costeira e no transporte de sedimentos eólicos. Para sua instalação, foram feitas alterações na dinâmica hidrostática e aterramento de lagoas interdunares, o que pode influenciar na disponibilidade e qualidade da água doce do aquífero dunar. Além disso, a turbulência e os ruídos na área, de influência direta dos aerogeradores,

[1] Em 1987, Tasso Jereissati é eleito governador do Ceará pela primeira vez, autodenominado "Governo das Mudanças", planejando a abertura e o desenvolvimento da economia estadual. Em 1990, seu sucessor, Ciro Gomes, deu continuidade a seus projetos até a reeleição de Tasso em 1995, permanecendo no Governo até 2002, priorizando o aumento das receitas, visando a investimentos públicos e privados em infraestrutura e nos setores industrial e de serviços. Foram realizadas grandes obras governamentais nesse período, como: Porto do Pecém, Aeroporto Internacional de Fortaleza, Açude Castanhão, Centro Cultural Dragão do Mar e o Canal da Integração.

Figura 5 - 1- Pisoteamento, 2- Voçoroca em falésia, 3 e 4- Ocupação irregular em falésia. (APA de Canoa Quebrada, Ceará, Brasil).

Figure 5 - Trampling, 2 - Gully cliff, 3 and 4 – Irregular Cliff Occupation. (EPA of Canoa Quebrada, Ceará, Brazil).

podem trazer incômodos à fauna e à população do entorno.

A exploração petrolífera é responsável pela geração de grande diversidade de resíduos sólidos, semissólidos e presença de substâncias potencialmente tóxicas. A água de produção é a maior preocupação ambiental por conter quantidades variadas de sais e gases dissolvidos (CO, CO_2, H_2S), sólidos em suspensão, componentes com algum nível de radiação, metais pesados, altas concentrações de cloretos, gotículas de óleo suspensas ou emulsificadas, características que a tornam imprópria para consumo humano e animal, sobretudo em um estado que sofre com a escassez hídrica. Assim, caso não sejam tomados os devidos cuidados, os prejuízos ambientais podem ser irremediáveis.

3.5. Aquicultura

Por fim, o séc. XXI tem a carcinicultura como agronegócio de maior relevância econômica, colocando o Ceará como maior produtor nacional e segundo maior exportador, após o Rio Grande do Norte, sendo que, somente na região jaguaribana, existiam, em 2013, aproximadamente, 3.100 ha de produção (Paula *et al*, 2006, Vaz, 2011).

A carcinicultura despontou como o agronegócio do século XXI no entorno do rio Jaguaribe. Apesar de algumas fazendas terem sito construídas em antigas salinas, para a construção dos tanques é necessária a remoção da cobertura vegetal e da mata ciliar, acelerando os processos de desmatamento e erosão. Na fase de instalação, são feitas mudanças na drenagem no curso do rio, alterando as características físico-químicas do substrato e desviando/impedindo o fluxo das marés.

O descarte não tratado dos efluentes da produção é responsável pelo acúmulo de matéria orgânica e substâncias tóxicas no sedimento, ocasionando a morte das espécies da fauna e flora dos estuários, manguezais e ecossistemas adjacentes; bem como no assoreamento e na perda da qualidade das áreas de estuário e/ou de mangue pela grande quantidade de material em suspensão carreado por seus efluentes durante as trocas de água.

4. Conclusões

Não há que se falar na ocupação da Capitania do Ceará sem ressaltar a importância que o rio Jaguaribe teve para esse processo histórico, sobretudo devido à

Tabela 1 - Tabela cronológica de ciclos econômicos e possíveis impactos ambientais.
Table 1 - Chronological table of the economic cycle and possible environmental impacts.

CICLO ECONÔMICO	***ATIVIDADE***	***POSSÍVEIS IMPACTOS AO AMBIENTE***
AGRO-PASTORIL **1650-1800** **1801-1950** **1951-2000**	Retirada de madeira nativa, Salinas, Pecuária, Indústria saladeril (Charque). Agricultura (Cana-de-açúcar e algodão). Extrativismo vegetal (Cera de Carnaúba); Agricultura irrigada (cultivo de arroz e fruticultura para exportação); Açudagem.	- Sobrecarga do uso do solo (sobrepastoreio), - Desmatamento da mata natural (Caatinga), - Degeneração da cobertura vegetal, - Aumento dos processos erosivos, - Solapamento das margens do rio, - Diminuição da capacidade produtiva (econômica e biológica) e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, - Assoreamento dos cursos d'água e a extinção da fauna e flora Nativa. (Pinheiro *et al*, 2009; Gomes, 2009; Guerra, 2009; Souza *et al*., 2006) - Diminuição da vazão do rio, - Alteração do fluxo sedimentológico em direção ao ambiente estuarino e costeiro; - Erosão costeira (Lacerda *et al*, 2002) - Diminuição da qualidade da água (aumento da salinidade e concentração de poluentes) (Maia *et al*, 2005)
EXPLORAÇÃO MINERAL **1950-2011**	Indústria cerâmica e mineração.	- Desmatamento, - Extração mineral desordenada, - Erosão do solo, - Perda gradativa da biodiversidade, (Pessoa, 2004) - Contaminação de reservas de água (resíduos potencialmente poluentes e fumaça).
TURISMO **1970-2011**	Construção de Hotéis, Resorts, casas de veraneio, infraestrutura de apoio e aumento da ocupação urbana.	- Degradação da vegetação e da paisagem natural (construções, pisoteio, circulação de veículos) - Poluição do manancial hídrico (produção de resíduos sólidos e esgotos) (Matanó *et al*, 2003)
PRODUÇÃO DE ENERGIA. **1990-2011**	Parques eólicos; Exploração de petróleo *on shore*	- Desmatamento de dunas fixas, - Alterações paisagísticas, geotécnicas, morfológicas e no transporte de sedimentos eólicos, - Alteração na dinâmica hidrostática e disponibilidade de água doce do aquífero dunar, - Aumento da turbulência e ruídos - Poluição do solo e dos recursos hídricos (produção de resíduos sólidos ou semissólidos tóxicos)
AQUICULTURA **1990-2011**	Cultivo de peixes e camarões em cativeiro.	- Desmatamento, - Erosão, - Assoreamento das áreas de estuário, (Lacer-da *et al*, 2002) - Mudanças nas características físico-químicas do substrato e desvio/impedimento do fluxo das marés

valorização de seu potencial pastoril e agrícola, que definiu sua ocupação desde o século XVII.

Com o decorrer dos anos, entretanto, a ocupação da região jaguaribana se deu de maneira acelerada e desordenada, levando em consideração apenas o interesse econômico dos governantes e proprietários de terras. Muito pouco foi planejado ou ponderado a respeito dos impactos ambientais residuais ou cumulativos gerados pelo conjunto das atividades econômicas empreendidas durante vários anos e suas implicações para as futuras gerações.

Assim, os diferentes ciclos econômicos induziram impactos relevantes na bacia do Jaguaribe, designadamente: a) Pecuária e agricultura: desmatamento da mata natural (caatinga), degeneração da cobertura vegetal e dos recursos hídricos, erosão e assoreamento dos cursos d'água; b) Mineração: extração mineral desordenada, poluição do manancial hídrico e produção de resíduos poluentes e fumaça; c) Turismo: Degradação da vegetação e da paisagem natural, poluição dos recursos hídricos e produção de resíduos sólidos; d) Produção de energia: Desmatamento, alterações paisagísticas, geotécnicas, morfológicas e no transporte de sedimentos eólicos, poluição do solo e dos recursos hídricos; e) Aquicultura: desmatamento, erosão e assoreamento das áreas de estuário, alterações físico-químicas do substrato e do fluxo de marés.

Conclui-se, portanto, ser importante a avaliação sistêmica e cada vez mais abrangente da qualidade ambiental, antes de autorizar uma nova utilização ou atividade às margens do rio Jaguaribe. Essa avaliação pode se mostrar, por fim, como uma importante ferramenta de apoio aos órgãos licenciadores, a fim de que possam tomar suas decisões de forma mais racional, de modo a não serem menosprezados impactos e fatores de tensão importantes, bem como a capacidade do ambiente de absorver esses impactos, podendo comprometer seu uso sustentável para as futuras gerações.

Agradecimentos

O presente estudo é parte integrante da dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais e foi proposto em resposta à participação de pesquisadores do Ceará na rede de pesquisa denominada BrasPor (http://www.redebraspor.com). Trata-se de um grupo de pesquisa informal, que pretende criar sinergias a partir da colaboração entre cientistas dedicados ao estudo de sistemas diferenciados e contrastantes (dos pontos de vista físico e humano) e com formações diversificadas (das Ciências Físicas e Naturais e das Ciências Humanas e Sociais). Agradeço o apoio do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Transferência de Materiais Continente-Oceano (INCT-TMCOcean), ao editor e aos avaliadores da Revista de Gestão Costeira Integrada RGCI/JICZM, por suas preciosas orientações e sugestões.

Referências

Abreu, C. de (1899) - Sobre uma Historia do Ceará. *Revista do Instituto do Ceará*, XIII:22-33, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível *on-line* em http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=144843&PagFis=3482.

Almeida, M.E. (1795 [1887]) – Registro de memória dos principaes estabelecimentos, factos e casos raros accontecidos nesta Villa de Santa Cruz do Aracaty, feita segundo a ordem de S.M., de 27 de Julho de 1782 pelo Vereador Manoel Esteves d'Almeida desde a fundação da dita Villa, até ao anno presente de 1885 [gralha tipográfica; é 1795]**.** *Revista Instituto do Ceará*, I: 83-86, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível *on-line* em http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=144843&PagFis=75

Brígido, J.A. (1910) – A Capitania do Ceará. Seu commercio. *Revista do Instituto do Ceará*, XXIV:172-185, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível *on-line* em http://portal.ceara.pro.br/index.php?option=com_content=article&id=33653:1910-a-capitania-do-ceara-seu-commercio&catid=462&Itemid=101

Dantas, E.W.C. (2003) - Histórico da ocupação da zona costeira. *In*: Alberto Alves Campos (org.), *A zona costeira do Ceará: Diagnóstico para a gestão integrada,* pp.138-210, Editora Aquasis, Fortaleza, CE, Brasil. ISBN: 8589491013

Girão, R. (1949) - *Bandeirismo Baiano e povoamento do Ceará,* 20p., Instituto do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

Girão, R. (1986) – *A marcha do povoamento do vale do Jaguaribe (1600-1700)*. 89p., Fortaleza, CE, Brasil.

Girão, V. C.(1984) – *As oficinas ou charqueadas no Ceará.* 154p., Secretaria de Cultura e Desporto, Fortaleza, CE, Brasil.

Gomes, I.R. (2009) - As novas regiões produtivas agrícolas : o caso do Baixo Jaguaribe (CE) -Vale do Açu (RN). *IDeAS – Revista Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Socie-dade* (ISSN 1984-9834), 3(2):288-323, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível *on-line* em http://r1.ufrrj.br/cpda/ideas/revistas/v03/n02/IDeAS-v03_n02-Artigo_IARA_GOMES.pdf

Guerra, M.D.F. (2009) – *A problemática da desertificação nos sertões do médio Jaguaribe, Ceará: o contexto do Município de Jaguaribe*. 171p., Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível *on-line* em http://www.uece.br/mag/dmdocuments/maria_daniely_dissertacao.pdf

IPECE (2007) - Tipos Climáticos. *In: Ceará em Mapas*, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível *on line* em: http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/126.htm.

Lacerda, L.D.; Kremer, H.H.; Kjerfve, B.; Salomons, W.; Crossland, J.I.M. & Crossland, C.J. (2002) - *South American Basins: LOICZ Global Change Assessment and Synthesis of River Catchment-Coastal Sea Interaction and Human Dimenson.* 48p., LOICZ Reports and Studies, Amsterdam, Holanda. http://www.loicz.org/imperia/md/content/loicz/print/anualreports/ar2001.pdf

Maia, L.P.(1993) - *Controle tectônico e evolução geológica sedimentológica da região da desembocadura do rio Jaguaribe.* 144p., Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. *Não publicado*.

Maia, L.P.; Lacerda, L.D. de; Monteiro, L.H.U.; Souza, G.M. (2005). *Estudo das áreas de manguezais do nordeste do Brasil***.** 62p., Instituto de Ciências do Mar; Sociedade Internacional para

ecossistemas de manguezal, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível *on line* em: http://www.institutomilenioestuarios.com.br/pdfs/Produtos/002/046Mangrove_distribution_in_NE_Brasil_ej05_1.pdf

Matanó, A.; Lacerda, L.D.; Marins, R.V. (2003) - Estimativa das emissões de carbono, nitrogênio e fósforo para o estuário do rio Jaguaribe (CE). *Anais do 6º Congresso de Ecologia do Brasil,* VI:163-164, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível *on line* em: http://www.seb-ecologia.org.br/anais/3.pdf

Paula, D.P.; Morais, J.O.; Pinheiro, L.S. (2006) - Análise geo-ambiental do estuário do rio Jaguaribe-CE: tensores naturais e antrópicos. *Anais do 6º Simpósio Nacional de Geomorfologia*, VI:1-11, Goiânia, GO, Brasil. Disponível *on line* em: http://www.seb-ecologia.org.br/anais/3.pdf

Paulet, A.J.S. (1898) - Descripção Geográfica Abreviada da Capitania do Ceará. *Revista do Instituto do Ceará*, XII:5-33, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível *on-line* em http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=144843&PagFis=3182

Pessoa, J.M.A.D.P. (2004) - *Tecnologias e técnicas apropriadas para o desenvolvimento sustentável: o caso da indústria cerâmica de Russas-CE*. 104p. Dissertação de Mestrado, PRODEMA, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. *Não publicado*.

Pinheiro, R.A.B.; Gomes Neto, A.O.; Guerra, M.D.F. (2009) - Processo de degradação ambiental/desertificação e a pecuária no Distrito de Feiticeiro – Município de Jaguaribe/Ceará. *Anais do 8º Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada*, s/pag., Viçosa, MG, Brasil. Disponível *on line* em http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/074.pdf

Rolim, J.B de Sousa (2006) - *Sistemas técnicos e sustentabilidade: Desafios no Perímetro Irrigado De Morada Nova (PIMM), Ceará*. 131p., Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE. Disponível *on line* em http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/cp013229.pdf

Sales, V.C. (2007) - Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. *Revista Caminhos de Geografia* (ISSN: 1678-6343), VIII(20):1-21, Uberlândia, MG, Brasil. Disponível *on line* em: http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/15469/8757

SEMACE (2005) - *Mapeamento das unidades geoambientais da zona costeira do Estado do Ceará*. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), Governo do Estado do Ceará , Fortaleza, Ceará, Brasil. Disponível *on line* em: http://gerco.semace.ce.gov.br/mapa.asp?cab=mapas&id=8

SEMACE (2006). *Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará – Zona Costeira*.147p., Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

Souza, M.J.N.D.; Morais, J.O.D.; Lima, L.C. (2006) - Panorama da degradação ambiental, desertificação e entraves ao desenvolvimento sustentável do Ceará. *In*: Daniel Rodrigues de Carvalho Pinheiro (org), *Desenvolvimento Sustentável: desafios e discussões,* pp.33-55, ABC Editora, Fortaleza, CE, Brasil. ISBN: 85-7536-181-3.

SRH (2006) – *Planejamento Estratégico dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará*. 120p., SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível *on line* em: http://www.srh.ce.gov.br/images/documentos/planejamento_estrategico_comite_bacias1012008163333.pdf

Studart. G.B. de. (1896) - *Datas e factos para a história do Ceará*. [Versão fac-simile de 2001], 526p., Ed. Fundação Waldemar Alcântara, Fortaleza, CE, Brasil.

Studart. G.B. de. (1898) - Para a Historia do Aracaty. Termo de vereação da Camara em 17 de Setembro de 1785. (da collecção G. Stuudart). *Revista do Instituto do Ceará*, XII(IV):266-270, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível *on line* em: http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=144843&PagFis=3445

Studart. G.B. de. (1903) - Francisco Pinto e Luiz Figueiras: o mais antigo documento existente da história do Ceará. *Revista do Instituto do Ceará,* XVII:51-96, Fortaleza, Ceará, Brasil. Disponível *on line* em: http://portal.ceara.pro.br/index.php?option=com_content&view=article&id=33260:1903-francisco-pinto-e-luiz-figueira&catid=449&Itemid=101

SUDENE Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (2013) - *A Contribuição da SUDENE ao desenvolvimento do Brasil*, 8p., Brasília, DF, Brasil. Disponível *on line* em: http://www.sudene.gov.br/sudene#instituicao%20sudene

Thebérge, P.F. (1869/1973) - *Esboço histórico sobre a província do Ceará*. II:218. 2ª ed. (1973), Editora Henriqueta Galeno. Fortaleza, CE, Brasil.

Thebérge, P.F. (1895) - *Esboço histórico sobre a província do Ceará*. [Versão fac-simile de 2001]. III:266p. Editora Fundação Waldemar Alcantara, Fortaleza, CE, Brasil.

Vaz, M. (2011) - Sustentabilidade e ideologização. 32p. *Jornal O POVO* (ISSN: 15176819), Caderno Pesca e Aquicultura, Fortaleza, CE, Brasil.

Vasconcelos, F.P.; Coriolano, L.N.M.T. (2008) – Impactos Sócio ambientais no litoral Um foco no turismo e na gestão integrada da zona costeira no estado do Ceara/Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 8(2):259-275. DOI: 10.5894/rgci134

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-488_Medeiros.pdf | DOI:10.5894/rgci488

Percepção ambiental da erosão costeira em uma praia no litoral do Nordeste do Brasil (Praia da Taíba, CE) *

Environmental awareness of coastal erosion of a beach on the Coast of Northeast Brazil (Taíba Beach, CE)

Elana Carolina de Souza Medeiros [@, 1]; Ana Flávia Pantalena[1]; Brígida Miola[1]; Renan Silva de Lima[1]; Marcelo de Oliveira Soares[1]

RESUMO

A erosão costeira tem acarretado mudanças na paisagem de diversas praias, trazendo dificuldades para o desenvolvimento das atividades produtivas locais, como o turismo, a recreação e o comércio. Entretanto, comumente, as pesquisas não avaliam a percepção ambiental dos utilizadores das zonas costeiras, buscando um melhor entendimento a respeito das necessidades humanas e ambientais que compõem a realidade do local. Este estudo teve como objetivo realizar um diagnóstico da percepção dos usuários sobre a erosão costeira em uma praia turística no Nordeste do Brasil. Para isso, foram aplicados questionários adaptados à realidade local, divididos nas seguintes partes: informações sobre o entrevistado; formas de utilização da praia e percepção da paisagem. Os resultados mostraram uma concordância da maior parte dos entrevistados com o fato de a erosão costeira na área de estudo ser causada, principalmente, pela ação antrópica. As construções próximas ao mar e a construção de portos foram apontadas como as principais causas da instalação e intensificação dos processos erosivos locais, principalmente nos últimos cinco anos. Medidas de contenção à erosão costeira apontaram ser de importância significativa para melhorar a realidade socioeconômica e ambiental da área. Diante disso, nota-se a relevância da percepção ambiental aplicada a estudos de erosão costeira como ferramenta no planejamento de obras e/ou políticas que visem ao desenvolvimento sustentável e à recuperação de praias.

Palavras-chave: impactos costeiros, recuperação ambiental.

ABSTRACT

The coastal zone, with its innumerable attractions, is considered a privileged destination for various purposes, including tourism, leisure, and residences. These activities are compromised when coastlines erode. Coastal erosion is a global problem, given the number of places around the world where the coastline is receding. For the coast of Northeast Brazil, which is highly significant for tourism due to its beautiful beaches, native communities, holiday resorts, and residences, coastal erosion is a serious environmental, economic, and social problem. Hence, this phenomenon must be addressed through an understanding of the physical processes involved in the erosion in accordance with the environmental awareness of the stakeholders of the coastal zones. This way, a better appreciation of the human and environmental needs that constitute the local reality and a better comprehension of the values and expectations of society regarding economic, ethical, and aesthetic issues for protection of the environment can be achieved. The aim of this study was to diagnose the perception of the stakeholders regarding coastal erosion on a tourist beach in the northeast of Brazil. Located 74 km from the capital of the state Ceará, the Praia da Taiba is an approximately 10 km stretch of sandy beach, dunes, and sandstone reefs, with many cliffs and gullies formed by the tidal hydrodynamics. In recent decades, the region has experienced economic boom due to tourism, the establishment of a port and industrial pole (the Industrial and Port Complex of Pecém (CIPP) in 2002), and the construction of wind turbines (the Eolic

[@] Corresponding author: <elanacsm@yahoo.com.br>

[1] Universidade Federal do Ceará (UFC), Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR). Avenida da Abolição, 3207, Fortaleza, CE, Brasil.

** Submission: 13 JAN 2014; Peer review: 15 FEB 2014; Revised: 4 APR 2014; Accepted: 29 APR 2014; Available on-line: 17 JUN 2014*

Turbine Complex of Taiba in 1999). Data for the study was obtained using questionnaires specifically designed to reflect local reality. They were divided into the following parts: information about the interviewee, the ways people use the beach, and people's perception of the landscape. The results showed that the majority of the interviewees agreed that coastal erosion in the study area was caused by human activities, mainly related to the port complex of Pecém, over the last five years. Measures to contain coastal erosion were considered important in improving the socioeconomic state of the area. As a result, environmental awareness is relevant in studies of coastal erosion as a tool for planning and/or policies of public works that endeavor to improve beaches by controlling coastal erosion with the ultimate aim of contributing to socioeconomic and environmental development and the recuperation of tropical beaches.

Keywords: *coastal impacts, environmental recuperation.*

1. Introdução

A zona costeira, devido a seus inúmeros atrativos, é considerada um espaço privilegiado para os mais diversos propósitos, como turismo, lazer e moradia. Essas atividades tornam-se comprometidas quando o litoral em questão está submetido a processos de erosão costeira. Esse fenômeno é considerado um problema global, visto que diferentes locais no mundo apresentam recuo da linha de costa, acarretando sérios prejuízos para a comunidade litorânea (Bird, 1993; Calliari *et al.,* 2003; Muehe, 2006).

Para o estado do Ceará, reconhecido pelo potencial turístico litorâneo devido às belas praias, às comunidades nativas, aos polos de lazer e às segundas residências (Coriolano, 2008), a erosão costeira configura-se como um grave problema de cunho ambiental, econômico e social.

Segundo Farias & Maia (2010), há uma tendência quase geral de avanço do mar no litoral do estado do Ceará que vem promovendo a destruição de casas e estruturas de defesa do litoral.

A Praia da Taíba (Figura 1), localizada no litoral oeste do estado do Ceará, é um exemplo dessa problemática. Além da perda do valor paisagístico devido aos prejuízos visíveis, como a destruição do patrimônio público e privado, a erosão costeira tem sido responsável pela queda no valor dos imóveis e por gastos exorbitantes com a mitigação do avanço do mar. A perda considerável de faixa de praia tem ocasionado prejuízos às atividades socioeconômicas e comprometido o potencial turístico local (Souza, 2009) (Figura 2).

Com isso, a erosão das praias passou a ser tratada não apenas do ponto de vista do entendimento dos processos físicos, mas também sob um enfoque social. A percepção ambiental dos utilizadores dessas zonas costeiras pode auxiliar nesse enfoque, pois busca uma melhor compreensão das necessidades humanas e ambientais que compõem a realidade do local (Barros, 2005).

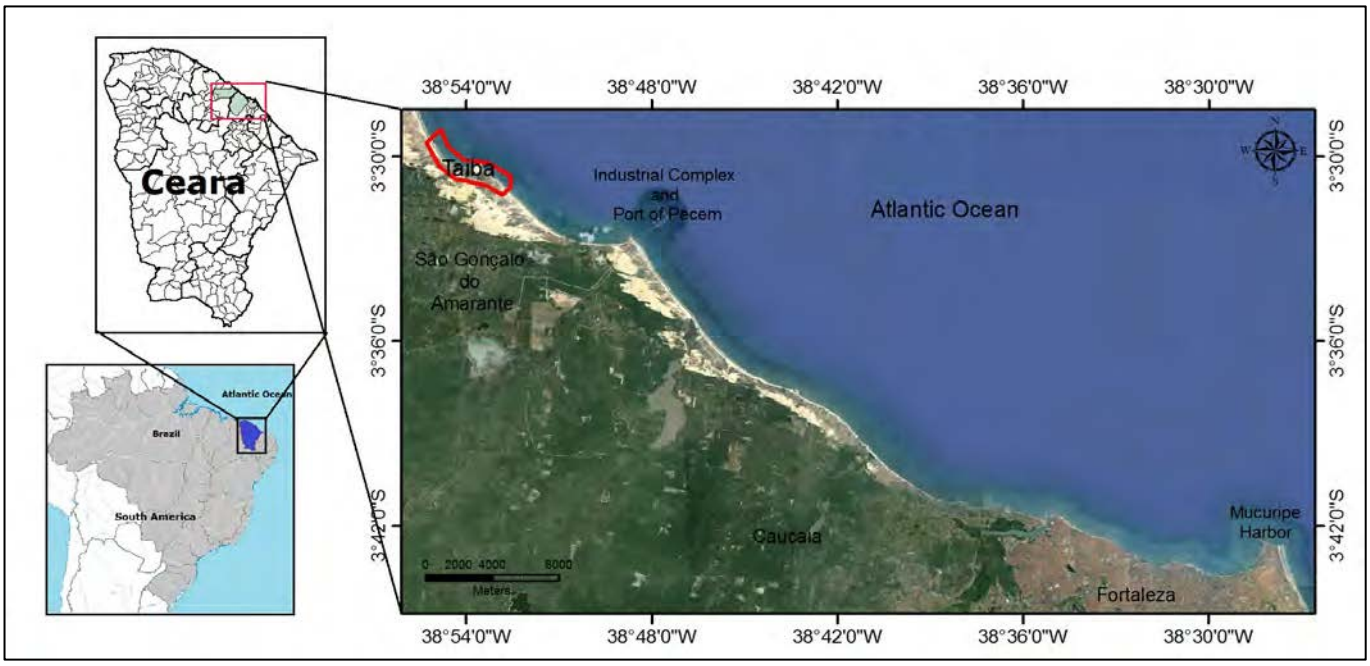

Figura 1 - Mapa de localização da Praia da Taíba.

Figure 1 - Location map of Taiba Beach.

Figura 2 - Imagens dos impactos da erosão costeira na Praia da Taíba.

Figure 2 - Imagens of the impacts of the coastal erosion of the beach of Taiba.

O estudo da percepção ambiental é de fundamental importância para que possamos compreender as inter-relações entre o homem e o meio, os valores e as expectativas da sociedade na busca por qualidade da paisagem e do ambiente (Palma, 2005; Souza, 2009; Fernandes & Sansolo, 2013). Diante disso, estudos dessa vertente, como, por exemplo, Morgan (1993); Priskin (2003), Marin (2008), Roca *et al*. (2009) e Bittencourt (2011), podem ser considerados excelentes referências para a gestão costeira, funcionando como elementos de sensibilização para uma consciência ambiental.

Dada a importância das zonas costeiras no enfoque socioeconômico brasileiro, esta pesquisa justifica-se por identificar os impactos que problemas erosivos causam, através da vivência e experiência do utilizador local. A adoção dessa abordagem pode contribuir com o reconhecimento do valor da sociedade civil como agente transformador capaz de nortear e efetivar as ações de políticas públicas nas zonas costeiras.

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva realizar um diagnóstico da percepção ambiental dos usuários sobre a erosão costeira, apontando: 1) impactos socioeconômicos em função dos processos erosivos; 2) causas e consequências da erosão costeira; 3) expectativas quanto à recuperação da qualidade de praia.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

A Praia da Taíba está localizada no estado do Ceará, nordeste do Brasil (Figura 2), e tem como vias de acesso rodoviário a CE-085 e a CE-156, distando aproximadamente 70km da cidade de Fortaleza, capital do estado. Apresenta 10km de extensão de praia arenosa, dunas e recifes de arenitos, possuindo muitas falésias com reentrâncias formadas pelo hidro-dinamismo das marés (Paiva & Macedo, 1997).

Dentre as principais atividades econômicas da região do município de São Gonçalo do Amarante, destacam- se a agricultura de subsistência, a agroindústria canavieira, a indústria de cerâmica, o artesanato e o comércio varejista (Araújo *et al*., 2009). Porém, nas últimas décadas, a região teve sua economia impulsionada pelo turismo, pela construção do porto e pelas usinas eólicas. O município abriga o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), instalado desde 2002, que fica a cerca de 10km da praia da Taíba. Na região, localiza-se também a Central Eólica da Taíba, em operação desde 1999.

O distrito da Praia da Taíba possui uma população de 5.104 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010), apresentando um crescimento populacional de 23,37% em relação ao censo de 2000 (Ferla & Lehugeur, 2007).

Caracteriza-se por ser uma praia com significante atração para veranistas, devido a sua beleza cênica e infraestrutura, além de ser muito utilizada para a prática de esportes náuticos e de atividades pesqueiras. E por sua condição de acesso, suas boas casas de veraneio e sua proximidade do Pecém, a Praia da Taíba está abrigando um grande contingente de trabalhadores do CIPP que fixaram residências temporárias na sua área urbana (INESP/CAECE, 2013).

2.2. Metodologia de trabalho

As técnicas de estudo de percepção ambiental são formadas pela combinação de três métodos básicos: observar, escutar e fazer perguntas (Fernandes & Sansolo, 2013). Para alcançar essa combinação de métodos, inicialmente, foram feitos levantamentos de dados em função da dinâmica da Praia da Taíba, através de: 1) referencial bibliográfico; 2) visitas a campo (observação das formas de uso, ocupação e acessibilidade da praia); e 3) conversas com os usuários da localidade (oralidade referente ao avanço do mar e suas consequências para a população da área em questão). Com isso, foi possível a elaboração de perguntas relevantes sobre o tema a ser abordado, por meio de um questionário adaptado à realidade local.

O questionário é considerado um dos instrumentos mais utilizados na investigação social, sobretudo nos estudos de percepção da paisagem, como realizado por Silva (2002), Dias Filho *et al*. (2011) e Santana Neto *et al*. (2011). Assim, a aplicação de questionários possibilitou tanto a caracterização do perfil socioeconômico dos usuários quanto a avaliação da sua percepção ambiental sobre a erosão costeira e seus impactos. O questionário foi dividido nas seguintes partes: 1) informações sobre os entrevistados (dados sociodemográficos, permitindo traçar o perfil do usuário); 2) formas de utilização da praia (tipo de relação usuário e ambiente); e 3) percepção da paisagem (a percepção dos usuários em relação à problemática da erosão costeira, bem como sugestões de melhorias na qualidade de praia).

Os entrevistados foram abordados na faixa de praia, nas ruas e nos calçadões que dão acesso à Praia da Taíba durante os fins de semana do mês de junho de 2013. Correspondeu a um conjunto de 75 entrevistados, composto pelos segmentos de moradores, comerciantes locais e frequentadores assíduos (banhistas/excursionistas e esportistas). A opção de não considerar turistas como parte da amostra se deve à necessidade de certa familiaridade com o ambiente (Roca *et al*., 2009), uma vez que apenas pessoas que visitam a Praia da Taíba com mais frequência ou há muitos anos seriam capazes de observar as mudanças no espaço em escala temporal.

Os procedimentos estatísticos dos dados foram tratados no *software* SPSS – *Statistical Package for Social Sciences* e Excel versão 2010, com vistas a facilitar a edição e apresentação gráfica dos resultados obtidos.

3. Resultados e discussões

3.1. Perfil dos Entrevistados

O perfil dos entrevistados foi, sobretudo, de freqüentadores assíduos, seguidos de moradores e comerciantes locais. Desse conjunto, a maioria (68%) dos entrevistados foram do sexo masculino, pertencentes à menor faixa etária (entre 18 e 29 anos) e solteiros quanto ao estado civil.

No que concerne ao grau de escolaridade e à renda familiar, observa-se que a maior parte dos respondentes possui ensino superior completo ou incompleto e renda familiar entre R$2.400 e R$4.800. Essa caracterização socioeconômica dos usuários está intimamente ligada ao maior percentual de frequentadores assíduos oriundos da capital Fortaleza, o que remete a pessoas com maior grau de escolaridade e poder aquisitivo, se comparado aos entrevistados oriundos da Praia da Taíba. Porém, uma amostra significativa, representada pelos moradores e comerciantes, possui ensino médio completo ou incompleto e renda familiar entre R$600 e R$1.200, semelhante aos resultados encontrados por Sousa *et al*., (2008) e Araújo & Maia (2011) referentes ao perfil socioeconômico em praias na zona costeira cearense. A Figura 3 mostra o perfil socioeconômico dos usuários da Praia da Taíba.

3.2. Formas de Utilização da Praia da Taíba

Quanto à familiaridade com a Praia da Taíba, observa-se que 76% dos respondentes frequentam a praia há no mínimo dez anos; com frequência de *Somente nos Fins de Semana*, seguido por *Diariamente*, permanecendo entre duas a três horas em cada visita (Figura 4). Como principais atividades realizadas, destacam-se a *Prática de Esportes*, seguida pela ação de *Descansar* e *Desfrutar da Paisagem*. Dentre as modalidades esportivas, o *Surf* e o *Kitesurf* foram os esportes mais praticados na área de estudo (Figura 5).

As atividades praticadas, como também o tempo e a frequência de visita à Praia da Taíba permitem avaliar a dinâmica social da praia e o conhecimento dos seus utilizadores com relação às transformações ocorridas ao longo dos anos e aos impactos dessas transformações em suas experiências de praia.

Portanto, além da importância cênica, o potencial de uso da Praia da Taíba está ligado à prática de esporte e lazer, típicas do litoral, também observado por Venson (2009) e Silva (2002). No caso deste estudo, a maioria dos respondentes possui um tempo consideravelmente longo de visita a essa praia ao ponto de estar familiarizado com as transformações decorrentes da erosão costeira na área de interesse.

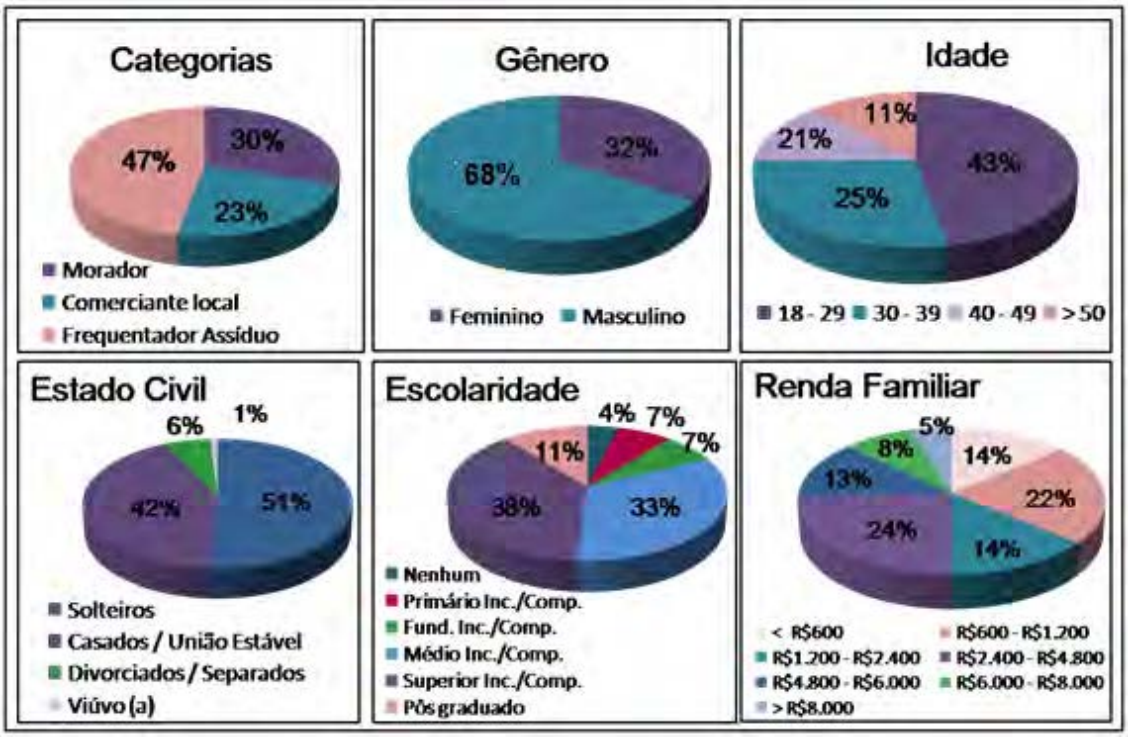

Figura 3 - Perfil socioeconômico dos entrevistados.

Figure 3 - Socioeconomic profile from the interviewees.

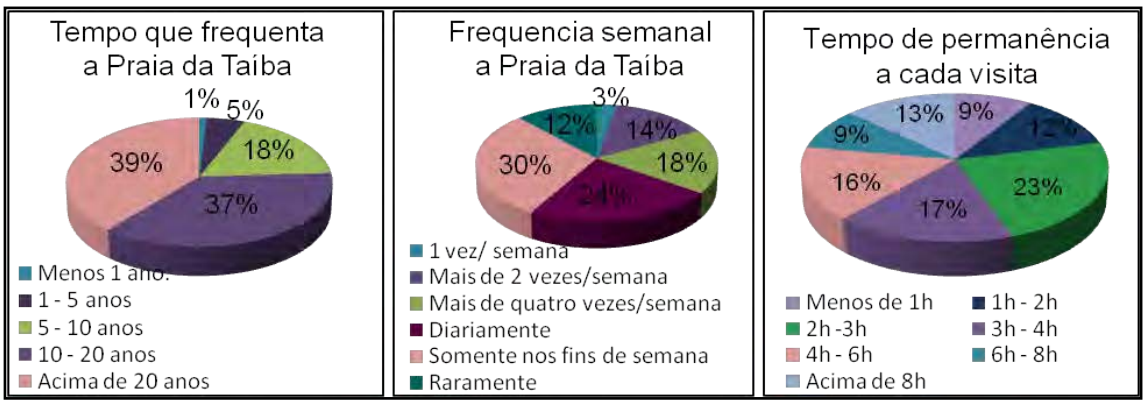

Figura 4 - Distribuição do número de anos que os respondentes visitam, distribuição da frequência semanal e o tempo de cada visita à Praia da Taíba.

Figure 4 - Distribution of the number of years which the interviewees visits, frequency distribution of the weekly visits and the time each visit takes to Taiba Beach.

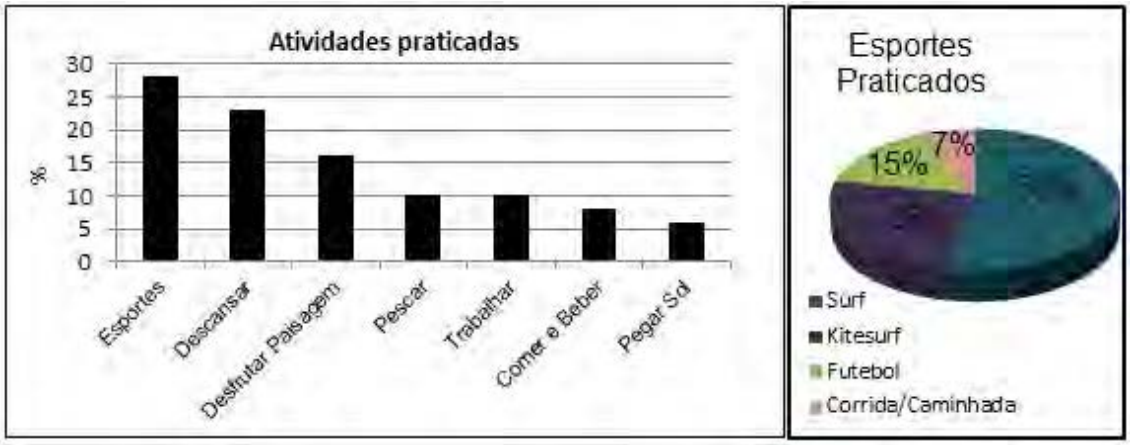

Figura 5 - Atividades praticadas e modalidades esportivas.

Figure 5 - Activities and sports practiced.

3.3. Percepção da Paisagem

No que tange aos principais atrativos da área de estudo, destacam-se *Beleza Natural*, *Tranquilidade* e *Praia Favorável a Práticas de Esportes* (Figura 6).

A respeito dos maiores problemas enfrentados nessa praia, atributos relacionados a fenômenos erosivos foram os mais citados, como *Avanço do Mar* e *Problemas Causados pela Erosão Costeira*, demonstrando, assim, a sensibilidade da área em função dos problemas erosivos e suas consequências (Figura 7). Esse fato também fica evidenciado quanto ao grau de importância atribuído aos problemas causados pela erosão costeira na Praia da Taíba, com 91% da amostra atribuindo valores máximos, ou seja, *Muito Importante* e *Importante*, a essa problemática (Figura 8).

Quando questionados acerca do quanto a erosão costeira afetou as atividades praticadas na Praia da Taíba, 84% dos respondentes se dizem, de alguma forma, impactados pelo problema. Desses, a maioria declara-se *Muito Afetados*, seguida por *Razoavelmente Afetados* e *Pouco Afetados* (Figura 9).

No que tange ao grau de esclarecimento dos usuários da Praia da Taíba referente às causas e consequências da erosão costeira, foram apresentadas aos respondentes afirmativas sobre a temática às quais eles podiam se posicionar a favor, contra ou neutro (Tabela 1).

A partir daí, observa-se que, para 82% da amostra, *a Erosão Costeira é em Grande parte Causada pelo Homem*. Fato corroborado devido a 73% de a amostra concordar que *Obras ao Longo do Litoral Intensificam os Processos Erosivos*. A ação antrópica também é citada entre os principais fatores responsáveis pela instalação e intensificação dos processos erosivos na área de estudo, com *Construção de Portos* (36%), referente ao CIPP, e *Construções próximas ao mar* (25%) destacando-se como razões causadoras desse fenômeno (Figura 10).

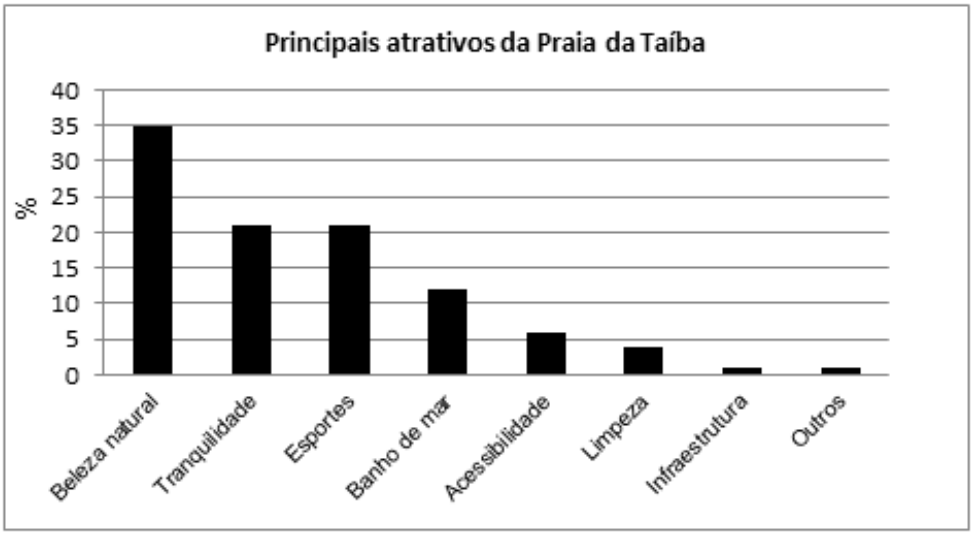

Figura 6 - Principais atrativos da Praia da Taíba.
Figure 6 - Main attractives of Taiba Beach.

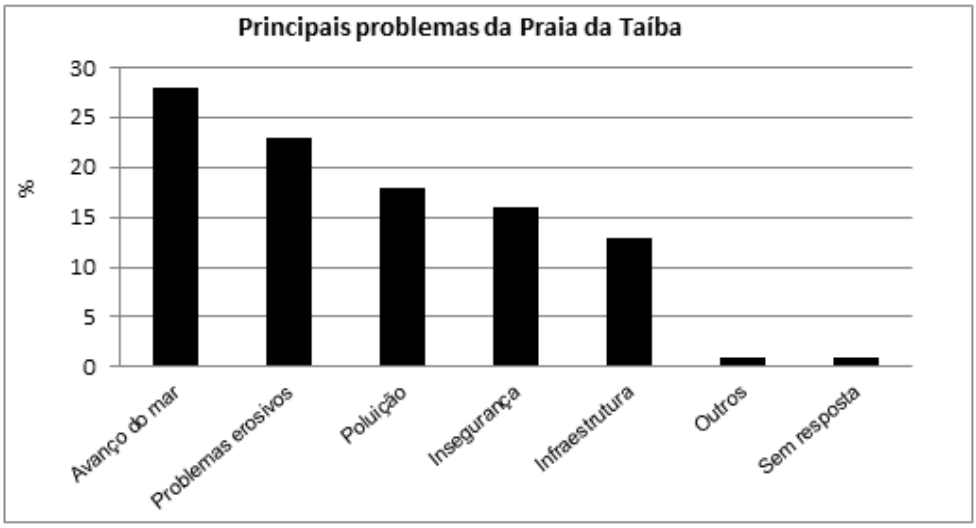

Figura 7 - Principais problemas da Praia da Taíba.
Figure 7 - Main problems of the beach of Taiba

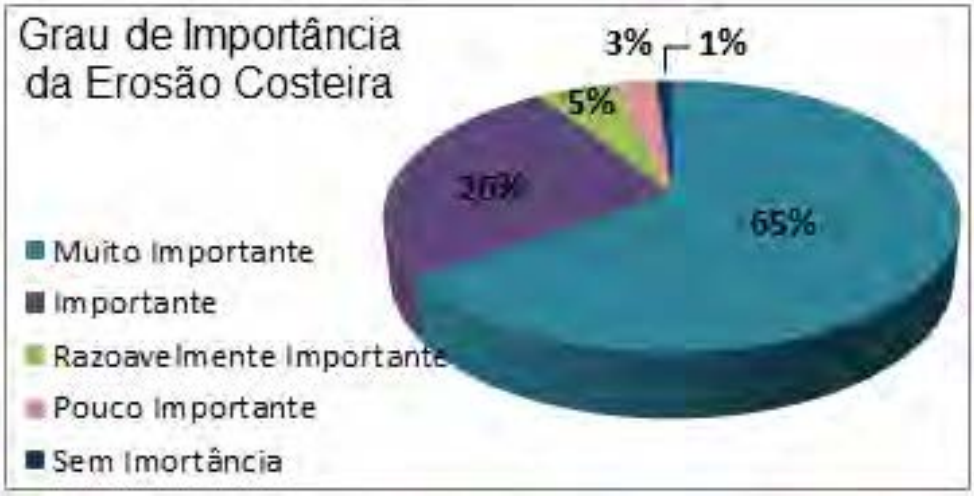

Figura 8 - Grau de importância em relação aos problemas causados pela erosão costeira na Praia da Taíba.

Figure 8 - Degree of importance in relation of problems caused by coastal erosion on Taiba Beach.

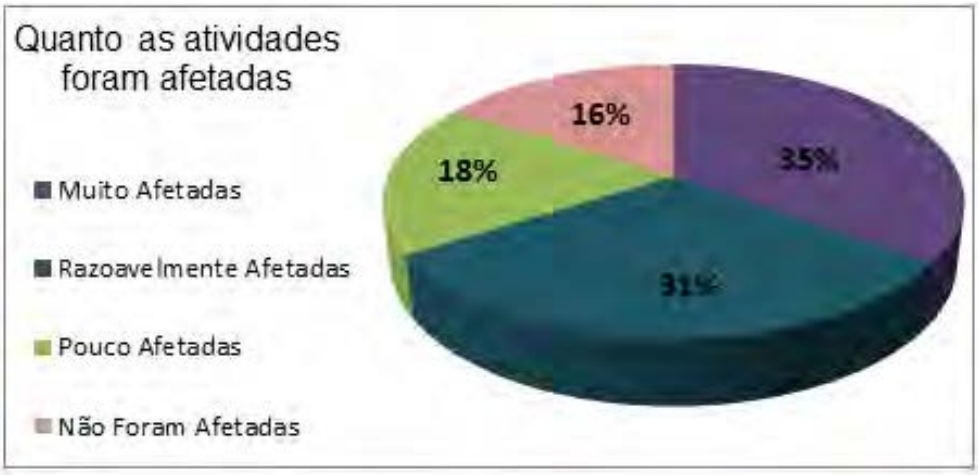

Figura 9 - Nível de interferência nas atividades dos usuários provocada pela erosão costeira na Praia da Taíba.

Figure 9 - *Interference level in the activities of users caused by coastal erosion on Taiba Beach.*

Tabela 1 - Concordância em relação às afirmativas sobre erosão costeira.

Table 1 - Agreement regarding statements about coastal erosion.

Afirmativas	D*	NDNC**	C***
1- A erosão costeira é em grande parte causada pelo homem;	6 (8%)	7 (9%)	61 (82%)
2 - Obras ao longo do litoral não intensificam os processos erosivos;	53 (73%)	10 (14%)	10 (14%)
3 - A erosão costeira não afasta o turista da praia;	58 (78%)	8 (11%)	8 (11%)
4 - As obras de contenção a erosão costeira prejudicam a paisagem da praia;	7 (9%)	9 (12%)	58 (78%)
5 - Prefiro perder parte da beleza paisagística devido às obras de contenção a erosão do que ter uma praia com graves processos	14 (19%)	18 (25%)	41 (56%)

Nota: D* : Discorda; NDNC** : Nem discorda nem concorda; e C*** : Consorda

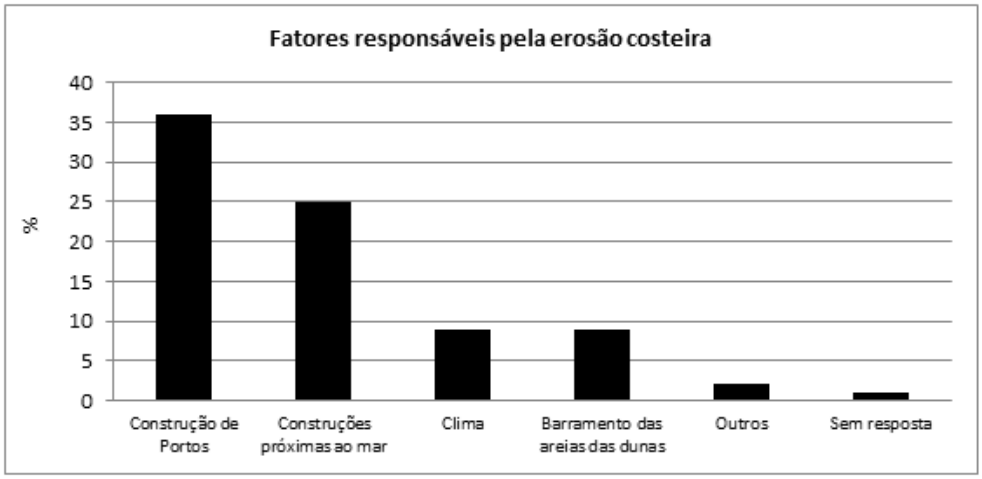

Figura 10 - Principais fatores responsáveis pela erosão costeira na Praia da Taíba.

Figure 10 - Main factors responsible for coastal erosion on Taiba Beach.

Esses resultados corroboram com estudos realizados na costa leste do Canadá (Friesinger & Bernatchez, 2010), onde mais de 50% dos entrevistados acreditam que as modificações antropogênicas na região são as principais causadoras da erosão local.

O Terminal Portuário do Pecém (TPP), inaugurado oficialmente em 2002, integra o CIPP. A sua implantação teve como objetivo viabilizar a operação de atividades portuárias e industriais integradas, imprescindíveis ao desenvolvimento de um complexo com características de porto industrial (Nogueira *et al*., 2005).

O CIPP possui aproximadamente 200km^2 de extensão, englobando parte dos municípios de São Gonçalo do Amarante e Caucaia (ambos pertencentes à Região Metropolitana de Fortaleza), e, também, localização geográfica privilegiada em relação aos principais mercados de consumo internacionais (Europa e EUA).

Tem sua maior parte do complexo (116km^2) situado no distrito de Pecém, cerca de 10km a leste da Praia da Taíba (Araújo *et al.,* 2009). Segundo Vieira *et al*. (2007), um terminal portuário em costas de areia, como no caso do TPP, proporciona uma área de amortecimento energético ondulatório, gerando um possível local de acumulação de areia. Com isso, sedimentos que seguiriam o transporte longitudinal ficam aprisionados em um ponto especial, causando um desequilíbrio sedimentar ao longo da costa, com assoreamento a barlamar do molhe construído e erosões a sotamar.

Após a implantação do TPP, a Praia do Pecém sofreu um engordamento na ordem de 60m provocado pela diminuição das forças dos fatores ambientais que modelam a costa (ondas, correntes e marés), acarretando áreas de sedimentação na orla do Pecém (Magini *et al*., 2011). Porém, Araújo *et al*. (2009) chamam a atenção para os impactos da edificação do porto do Pecém na dinâmica costeira e seus efeitos negativos em praias vizinhas, no caso, referente à Taíba.

Magini *et al*. (2011) realizaram um estudo de perfis de praia na localidade do TPP entre 2005 e 2009 para avaliar mudanças na dinâmica praial em função da área portuária. Foi observada uma progradação da linha de costa em escala crescente para todos os anos do estudo, chegando a mais da centena de metro (110m em setembro de 2008) nalguns perfis.

Concomitantemente ao período amostral no estudo de Magini *et al*. (2011), são observadas a instalação e a intensificação dos processos erosivos na Praia da Taíba por parte dos seus frequentadores, com 87% da amostra total observando essa problemática nos últimos 10 anos (referente ao período de operação do TPP). Dessa amostra, 66% indicam que a erosão agravou-se nos últimos cinco anos, ou seja, entre 2008 a 2013 (Figura 11).

Com relação às consequências que a erosão costeira pode causar em uma praia, observam-se impactos no setor socioeconômico local, visto que o turismo é uma das principais fontes de renda das comunidades litorâneas do estado do Ceará. No caso da Taíba, a erosão costeira causa sérios prejuízos ao turismo local devido à destruição das infraestruturas aptas a atender os visitantes, acarretando depreciação visual devido aos entulhos dessas obras a beira-mar, além de perdas em áreas destinadas ao lazer público.

A respeito da percepção dos usuários em relação aos danos sofridos pelo turismo, observa-se que mais de 78% da amostra concorda que a erosão costeira prejudica o turismo de uma praia. Essa frequência é notada, justamente, por discordar da afirmativa *A Erosão Costeira Não Afasta o Turista da Praia*.

A respeito do impacto visual que intervenções contra a erosão costeira causam na paisagem do ambiente litorâneo, 78% dos respondentes concordam que as *Obras de Contenção à Erosão Costeira Prejudicam a Paisagem da Praia*. Isso se dá ao fato de a maioria das obras de contenção à erosão costeira destoar do ambien-

Figura 11 - Tempo em que são observados os processos erosivos na Praia da Taíba.

Figure 11 - Time that erosion processes are observed on Taiba. Beach.

te natural de uma praia, como observado em algumas intervenções no estado do Ceará, como, por exemplo, espigões e muros de proteção (Farias & Maia, 2010). Outras obras de contenção à erosão costeira apresentam menor depreciação visual, por utilizarem a matéria-prima natural do próprio ambiente, como a engorda de praia, ou tornam-se o mínimo visível possível, como quebra-mar submerso.

Mesmo com a maioria concordando que as obras de contenção à erosão costeira prejudicam a paisagem do lugar, ainda assim, uma maior parte da amostra prefere *Perder Parte da Beleza Paisagística Devido às Obras de Contenção à Erosão do que Ter uma Praia com Graves Processos Erosivos.*

Nesse caso, tratando-se da Praia da Taíba, evidencia-se que obras de controle ao avanço do mar são importantes para seus usuários, indicando que estes são receptivos às tomadas de decisões que resultem em melhorias no local, contribuindo em prol da conservação da área. Esse fato é corroborado devido a praticamente 90% da amostra atribuir valores máximos de importância em relação ao controle da erosão costeira na Praia da Taíba (Figura 12).

Tendo como referência a situação atual da área de estudo, perguntou-se aos respondentes qual o grau de importância de ações de melhorias para a experiência de lazer e moradia na Praia da Taíba. Essas melhorias esperadas pelos usuários podem servir de base para orientar as prioridades de um planejamento de gestão da praia.

Em conjunto, todas as medidas de melhorias foram avaliadas pela maioria significativa dos usuários (91%) quanto à sua importância como *Importantes* ou *Muito Importantes*. Em ordem decrescente de importância, as

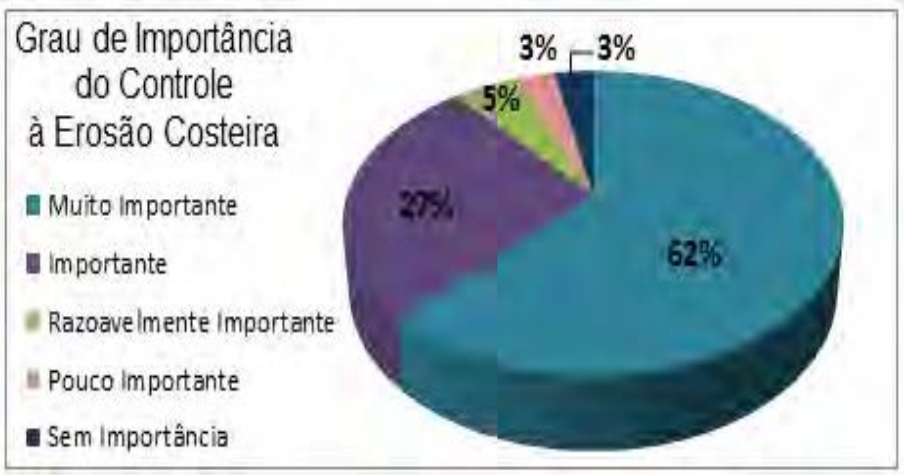

Figura 12 - Grau de importância em relação ao controle à erosão costeira na Praia da Taíba.

Figure 12 - Degree of importance in relation to the control of coastal erosion on Taiba Beach.

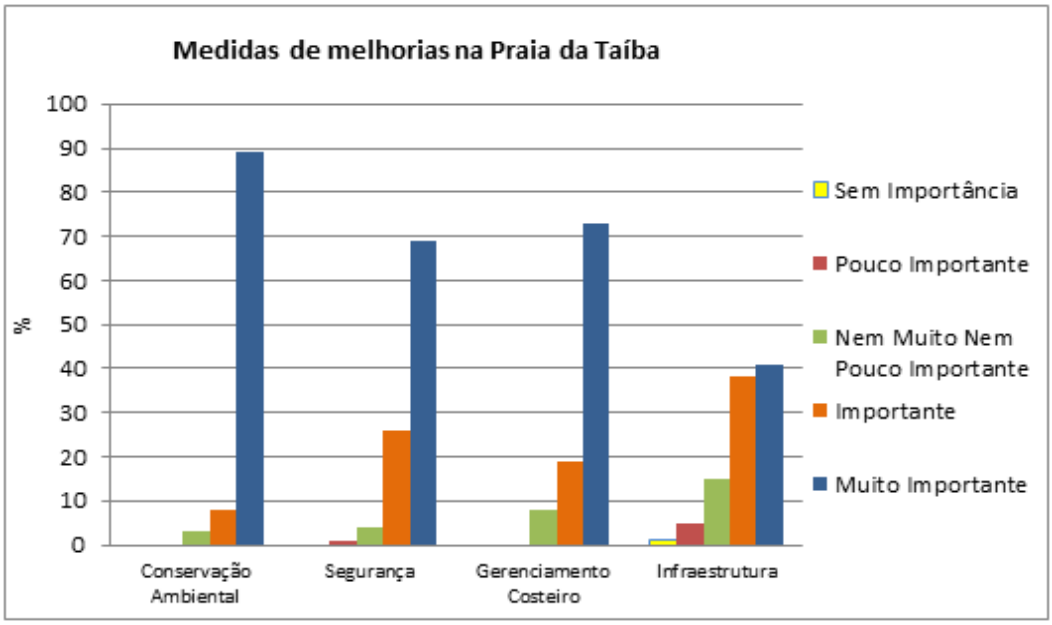

Figura 13 - Grau de importância das medidas de melhorias para a Praia da Taíba.

Figure 13 - Importance degree of the improvement measures to the beach of Taiba

medidas apresentaram a seguinte sequência: *Melhoria na Conservação Ambiental - limpeza da praia, educação ambiental* (97%); *Melhoria na Segurança - mais policiamento, salva-vidas* (95%); *Melhoria no Gerenciamento Costeiro Contra a Erosão - efetivar projetos de combate à erosão* (92%); *Melhoria na Infraestrutura - quiosques, equipamentos de praia, banheiros, chuveiros e etc.* (79%).

Diante disso, as políticas visando à melhoria da qualidade da praia e das experiências de recreação e lazer devem ser direcionadas para um manejo eficiente de resíduos sólidos, conscientização ambiental, segurança e controle à erosão costeira, principalmente. A Figura 13 mostra as medidas de melhorias e seus respectivos percentuais quanto ao grau de importância atribuído pelos usuários da Praia da Taíba.

Portanto, analisar a percepção dos usuários da Praia da Taíba a respeito das potencialidades e problemáticas locais torna-se de fundamental importância na compreensão da realidade desse litoral. Essa percepção pode auxiliar no planejamento da área, aumentando a confiabilidade para tomadas de decisões baseadas nas opiniões e atitudes dos próprios usuários do recurso, podendo, assim, direcionar medidas de gestão na zona costeira em prol de um melhor uso do ambiente.

4. Considerações finais

O presente estudo buscou diagnosticar a percepção ambiental dos usuários da Praia da Taíba – CE a respeito da erosão costeira e seus impactos nas experiências de praia dos seus frequentadores, bem como apontar sugestões para futuras ações governamentais que possam ser adotadas para melhorar a qualidade de vida dos moradores e utilizadores desse importante recurso natural cearense.

Em um contexto geral, a maioria dos entrevistados residem ou frequentam há um tempo consideravelmente longo o local e afirmam estarem familiarizados com as transformações decorrentes da erosão costeira e seus impactos diretos nos potenciais de uso da praia, na prática de esporte e lazer, além de em sua beleza natural.

O aspecto de qualidade e impacto ambiental sofrido por localidades litorâneas em função de processos erosivos foi refletido pela percepção dos usuários da Praia da Taíba. Os resultados obtidos apontaram: 1) O conhecimento no que tange às causas e consequências desse fenômeno; 2) A existência do Terminal Portuário do Pecém como a ação antrópica responsável pela aceleração dos processos erosivos na região; e 3) O apoio em relação a obras de contenção à erosão costeira por parte do Poder Público.

Diante disso, percebe-se a necessidade de se desenvolverem políticas públicas que visem à melhoria da qualidade da praia e das experiências de recreação, lazer e moradia. Ações visando ao manejo eficiente de resíduos sólidos, à conscientização ambiental, à segurança e ao controle à erosão costeira, bem como uma maior atenção para estudos e programas de monitoramento ambiental em função das interferências do TPP na dinâmica costeira de praias adjacentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração de Allyne Ferreira Gama. As imagens concedidas por Ana Lyvia Martins, Igres Dinis e Monalysa Carvalho. Aos revisores da RGCI pelas sugestões e contribuições.

Referências

Araújo, R.C.P.; Freitas, K.S.; Albuquerque, R.L. (2009) - Impactos Socioeconômicos do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP) sobre os Pescadores Artesanais, São Gonçalo do Amarante-CE. *Anais do 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER,* Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível on-line em http://www.sober.org.br/palestra/13/260.pdf

Araújo, R.C.P.; Maia, L.P. (2011) - Análise dos problemas e objetivos das atividades econômicas tradicionais e emergentes na zona costeira do estado do Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar* (ISSN 0374-5686), XLIV(3):20-39, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível on-line em http://www.labomar.ufc.br/images/stories/arquivos/ArqCienMar/V44_3_2011/acm_2011_44_3_03.pdf.

Barros, F.M. Lins de (2005) - Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos sócio-econômicos na orla urbanizada do município de Maricá, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia* (ISSN: 2236-5664), 6(2):83-90, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em http://www.ugb.org.br/final/normal/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_6_n_2_2005/RBG _Ano_6_n_2_2005_83_90.pdf

Bird, E.C.F. (1993) - *Submerging Coasts: The effects of a Rising Sea Level on Coastal Environments*.184p, John Wiley& Sons, Chichester, UK. ISBN 0471938076.

Bittencourt, N.L.R.; Centenaro, K.S.; Marimon, M.P.C. (2011) - A Percepção Ambiental como Instrumento de Análise da Qualidade Ambiental. *Revista Geográfica de América Central* (ISSN: 2215-2563), II(47E):1-15, Heredia, Costa Rica. Disponível on-line em http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2674

Calliari, L.J.; Muehe, D.; Hoefel, F.G.; Toldo Jr., E. (2003) – Morfodinâmica praial: uma breve revisão. *Revista Brasileira de Oceanografia* (ISSN: 1413-7739), 51:63-78, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em http://www.scielo.br/pdf/bjoce/v51nunico/07.pdf.

Coriolano, L.N.M. (2008) - Litoral do Ceará: espaço de poder, conflito e lazer. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 8(2):277-287. DOI: 10.5894/rgci131

Dias Filho, M.; Silva-Cavalcanti, J.S.; Araujo, M.C.B.; Silva, A.C.M. (2011) - Avaliação da Percepção Pública na Contaminação por Lixo Marinho de acordo com o Perfil do Usuário: Estudo de Caso em uma Praia Urbana no Nordeste do Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada,* 11(1):49-55. DOI: 10.5894/rgci190

Farias, E.G.G.; Maia, L.P. (2010) - Uso de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do Estado do Ceará, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 10(4):521-544. DOI: 10.5894/rgci224

Ferla, M.; Lehugeur, L.G.O. (2007) - Avaliação dos impactos ambientais provenientes do uso e ocupação da terra, estudo de caso: Distrito de Taíba, Município de São Gonçalo do Amarante, Ceará. *Anais do XI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA*, Belém, PA, Brasil. Disponível on-line em http://www.abequa.org.br/trabalhos/2007_marcello_ferla_gerenciamento.pdf

Fernandes, L.G.; Sansolo, D.G. (2013) - Percepção ambiental dos moradores da cidade de São Vicente sobre os resíduos sólidos na Praia do Gonzaguinha, SP, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada,* 13(3):379-389. DOI: 10.5894/rgci416

Friesinger, S.; Bernatchez, P. (2010) - Perceptions of Gulf of St. Lawrence coastal communities confronting environmental change: Hazards and adaptation, Québec, Canada. *Ocean & Coastal Management*, 53(11):669-678. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2010.09.001

INESP/CAECE (2013) - *Cenário Atual do Complexo Industrial e Portuário do Pecém*. 128p., Instituto de Estudos e Pesquisas para o Desenvolvimento do Estado do Ceará (INESP) / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (CAECE), Fortaleza, CE, Brasil. Disponível on-line em http://www.al.ce.gov.br/phocadownload/Cenario_Porto_do_Pecem_15-02-13.pdf

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) - *Censo demográfico 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/

Magini, C.; Martins, A.H.O; Pitombeira, E.S.; Chaves, Q.L.S.G. (2011) - A influência da estrutura portuária na dinâmica costeira da Vila do Pecém, Ceará, Brasil. *Revista de Geologia* (ISSN: 0103-2410), 24(2):136-149, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível on-line em http://www.revistadegeologia.ufc.br/documents/revista/2011/11_2011.pdf

Marin, A.A. (2008) - Pesquisa em educação ambiental e percepção ambiental. *Pesquisa em Educação Ambiental* (ISSN: 2177-580X), 3(1):203-222, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em http://www.revistas.usp.br/pea/article/view/30047/31934

Morgan, R.; Jones, T.C.; Willians, A.T. (1993) - Opinions and Perceptions of England and Wales Heritage Coast Beach Users: Some Management Implications from the Glamorgan Heritage Coast, Wales. *Journal of Coast Research* (ISSN 0749-0208), 9(4):1083-1093. Article Stable URL: http://www.jstor.org/stable/4298165

Muehe, D. (2006) - Ministério do Meio Ambiente - Erosão e progradação no litoral brasileiro. *In:* Dieter Muehe (org.), *Erosão e progradação no litoral brasileiro*, pp.265-296, MMA, Brasilia-DF, Brasil. ISBN: 8577380289. Disponível on-line em http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_publicacao/78_publicacao12122008084856

Nogueira, M.C.; Augusto, V.A.; Castelo Branco, R.M.G.; Castro, D.L. (2005) - Caracterização Geoambiental e Hidrogeológica da Zona Portuária do Pecém/CE. *Revista de Geologia* (ISSN: 0103-2410), 18(2):203-213, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível on-line em http://www.revistadegeologia.ufc.br/documents/revista/2005/18_2005.pdf

Paiva, F.; Macedo, M. (1997) - *Ceará. Guia de Praias.* 108p., Edições Fundação Demócrito Rocha, Fortaleza, CE, Brasil. ISBN: 8586375039.

Palma, I.R. (2005) - *Análise da Percepção Ambiental como Instrumento ao Planejamento da Educação Ambiental*. 101p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível on-line em http://hdl.handle.net/10183/7708

Priskin, J. (2003) - Tourist Perception of Degradation Caused by Coast Nature – Base Recreation. *Environmental Management*, 32(2):189-204. DOI: 10.1007/s00267-002-2916-z

Roca, E.; Villares, M.; Otego, M.I. (2009) - Assessing Public Perceptions on beach quality according to beach users' profile: A case study in the Costa Brava (Spain). *Tourism Management* (ISSN: 0261-5177), 30(4):598-607. DOI: 10.1016/j.tourman.2008.10.015

Santana Neto, S.P.; Silva, I.R.; Cerqueira, M.B.; Tinoco, M.S. (2011) - Perfil sócio-econômico de usuários de praia e percepção sobre a poluição por lixo marinho: Praia do Porto da Barra, BA, Brasil. *Revista da Gestão Costeira* Integrada. 11(2):197-206. DOI: 10.5894/rgci240

Silva, C.P. (2002) - *Gestão Litoral: Integração de estudos de percepção da Paisagem e Imagens Digitais na Definição da Capacidade de Carga de Praias. O Troço Litoral S. Torpes – Ilha do Pessegueiro*. 339p., Dissertação de Doutorado, Universidade de Lisboa, Portugal. Disponível on-line em http://hdl.handle.net/10362/3651

Sousa, P.H.G.O.; Carvalho, D.A.P.; Pinheiro, L.S. (2008) - A costa de Paracuru: turismo, ocupação e perfil do usuário. *Revista da Gestão Costeira Integrada*. 8(2): 247-258. DOI: 10.5894/rgci129

Souza, C.R.G. (2009) - A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 9(1):17-37. DOI: 10.5894/rgci147

Venson, G.R. (2009) - *Estudo da Capacidade Física e Social como uma Ferramenta de Gestão Ambiental na Praia Brava do Município de Itajaí no Litoral Centro-Norte de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Vale do Itajaí, SC, Brasil. Disponível on-line em http://www6.univali.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=670

Vieira, L.A.A.; Pitombeira, E.S.; Souza, R.O. (2007) - Análise estatística do regime de ondas ao longo da região marítima do porto do Pecém. *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em http://www.abrh.org.br/sgcv3/userfiles/sumarios/8f210dac01f91c041ff0dc925339d047_89123260e809a99bd064a6121c693681.pdf

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-493_Araújo.pdf | DOI:10.5894/rgci493

Diversidade e distribuição dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, litoral sul de Pernambuco, Brasil *

Diversity and distribution of the Crustacea Brachyura from the mangroves of Ariquindá and Mamucabas Rivers, South Coast of Pernambuco, Brazil

Marina de Sá Leitão Câmara de Araújo [@, 1, 2]; Deusinete de Oliveira Tenório[2];
Daniela da Silva Castiglioni[3, 4]

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi conhecer a diversidade e alguns aspectos ecológicos dos caranguejos (Decapoda, Brachyura) nos estuários dos Rios Ariquindá e Mamucabas (PE), através da caracterização da estrutura de suas comunidades, com base na composição e diversidade desses crustáceos. As espécies foram amostradas mensalmente entre abril/2008 e março/2009. Foram coletados 8.394 exemplares, sendo 4.501 no manguezal do Rio Ariquindá (25 espécies e 14 gêneros) e 3.893 no manguezal do Rio Mamucabas (21 espécies e 12 gêneros). A maior frequência de espécies nesses manguezais foi dos representantes da Superfamília Ocypodoidea, em especial *Uca* spp. Comparando os dois estuários, nota-se que cinco espécies (*Acantholobulus bermudensis, Austinixa leptodactyla, Callinectes exasperatus, Hexapanopeus caribbaeus* e *Uca maracoani*) foram amostradas apenas no Rio Ariquindá, enquanto uma delas (*Armases rubripes*) foi encontrada apenas no Rio Mamucabas. A diversidade foi considerada média, de acordo com os índices ecológicos, com valores dentro do esperado para manguezais. Entretanto, nota-se que a diversidade foi menor no manguezal do Rio Mamucabas, resultado que pode estar relacionado aos impactos ambientais que esse estuário vem sofrendo nos últimos anos (represamento, desmatamento, deposição de resíduos sólidos e especulação imobiliária). O presente estudo, associado às medidas de proteção propostas, é de notável importância para a gestão dos crustáceos como recursos pesqueiros costeiros, especialmente se considerarmos que os crustáceos participam da teia trófica de diversos animais, entre eles o homem. A manutenção da diversidade de caranguejos em manguezais é considerada importante para a saúde dos ecossistemas costeiros.

Palavras-chave: Caranguejos, Ecologia, Estuário, Inventário Faunístico, Mangue.

ABSTRACT

It is important to study the diversity of a given area to comprehend the processes that rule the community and/or ecosystem. Several researches in tropical mangroves revealed that among the most abundant representatives, stand out the Crustacea Brachyura. The Brachyuran fauna of the littoral of Pernambuco (PE), Brazil, is well known, but the studies are mainly species lists. Thus, more detailed studies on the ecology of these communities are required, applying ecological indexes and

[@] Corresponding author: Araújo <mslc.araujo@gmail.com>

[1] Universidade de Pernambuco (UPE), Faculdade de Ciências, Educação e Tecnologia de Garanhuns (FACETEG), Departamento de Ciências Exatas e Naturais, Campus Garanhuns, Rua Capitão Pedro Rodrigues, 105, São José, Garanhuns – PE, CEP: 55.294-902. e-mail: Araújo <mslc.araujo@gmail.com>

[2] Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Museu de Oceanografia Professor Petrônio Alves Coelho, Departamento de Oceanografia (DOCEAN), Av. Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, Recife – PE, CEP 50.740-550. e-mail: Tenório <dotmar@globo.com>

[3] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro Superior de Educação Norte do RS (CESNORS), Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Av. Independência, 3751, Vista Alegre, Palmeira das Missões – RS, CEP 98.300-000. e-mail: Castiglioni <danielacastiglioni@yahoo.com.br>

[4] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Prédio 17, sala 1140-D, Cidade Universitária, Camobi, km 9. Santa Maria, RS, Brasil.

* *Submission: 21 JAN 2014; Peer review: 20 MAR 2014; Revised: 22 JUN 2014; Accepted: 22 JUN 2014; Available on-line: 16 SET 2014*

multivariate analysis. The aim of this study was to know the biodiversity and some ecological aspects of crabs (Decapoda, Brachyura) found in the mangroves of Ariquindá and Mamucabas Rivers (PE), through the characterization of the structure of the community based on the composition and diversity of these crustaceans. For that, two hypothesis were proposed: H_1 – The diversity of Brachyura is median for both mangroves, but it is higher at the Ariquindá River, due to its better state of conservation; and H_2 – There are no dominant or very frequent species, indicating an environmental equilibrium in the communities. The species were monthly sampled from April 2008 to March 2009. A total of 8,394 individuals were sampled, being 4,501 in the mangrove of the Ariquindá River (25 species and 14 genera) and 3,893 in the mangrove of the Mamucabas River (21 species and 12 genera). The highest frequency of species in both mangroves is found in the Superfamily Ocypodoidea, especially Uca spp. Comparing both estuaries, it can be noticed that five species (Acantholobulus bermudensis, Austinixa leptodactyla, Callinectes exasperatus, Hexapanopeus caribbaeus and Uca maracoani) were sampled only at the Ariquindá River, while one of them (Armases rubripes) was found only at the Mamucabas River. The diversity was considered medium according to the ecologic index for both mangroves, and it is the expected for mangroves of Northeastern Brazil. However, it could be noticed that the diversity was lower at Mamucabas River, a result that might be related to the environmental impacts that this estuary has receiving in the last years (damming, deforestation, deposition of waste and housing occupation), which corroborates H_1. The diversity was not high due to the dominance of one species, Uca thayeri, with 1,411 individuals at Ariquindá River and 1,300 at Mamucabas River, refuting H_2. Besides, nine species were registered for the first time to the region of Tamandaré: Acantholobulus bermudensis, Armases rubripes, Austinixa leptodactyla, Hexapanopeus angustifrons, H. caribbaeus, Panopeus occidentalis, Sesarma curacaoense, Uca cumulanta and Uca victoriana. In the present study, it was possible to observe how the number of species of Brachyura behaves in the Brazilian coast. The highest number of species of crabs is observed in previous studies performed at mangroves of Pernambuco, with a tendency to decrease towards the South. The number of species recorded in the present study is expected for the Northeast region. In the Southern limit of the distribution of mangroves in South America (State of Santa Catarina), due to the colder climate, the development of mangroves is smaller, so as the diversity of crustaceans. With this, it is confirmed the greatest Brachyuran diversity in tropical areas, more stable ecosystems, such as the mangroves of Pernambuco. This study, coupled with the proposed protection measures, is of notable importance for the management of crustaceans as coastal fishery resources, especially considering that the crustaceans participate in the trophic web of various animals, including man. Maintaining the diversity of crabs in mangroves is considered important to the health of coastal ecosystems.

Keywords: Crabs, Ecology, Estuary, Faunal inventory, Mangrove.

1. Introdução

Segundo Bertini *et al.* (2004), reunir informações sobre a composição de espécies de uma determinada região é a base para compreender os processos que afetam o equilíbrio de suas comunidades ou de seus ecossistemas. Além disso, a identificação *a priori* das espécies é de fundamental importância para interpretar eventos *a posteriori*, sejam eles naturais ou antrópicos, que possam afetar a assembléia formada por tais espécies. Muitos estudos têm feito levantamentos da megafauna dos manguezais, ecossistemas de transição entre o ambiente marinho e terrestre (Schaeffer-Novelli, 1995), destacando-se os moluscos, os crustáceos e os peixes.

Os crustáceos são importantes componentes nos manguezais e em outros ambientes. Nesse contexto, destacam-se trabalhos realizados sobre a diversidade de Decapoda no litoral brasileiro (p. ex, Coelho, 1965/66; Coelho & Ramos, 1972; Boschi, 2000; Bertini *et al.*, 2004), que, dentre algumas generalizações, permitem afirmar a maior diversidade desse grupo em zonas tropicais e subtropicais do grupo nas zonas temperadas e polares.

De entre os *Crustacea Decapoda*, a Infraordem *Brachyura*, que engloba os caranguejos verdadeiros, é um grupo altamente representativo (Melo, 1996), sendo encontrado em quase todos os ecossistemas marinhos e terrestres. Segundo Ng *et al.* (2008), os caranguejos são encontrados desde fossas submarinas com mais de 6.000 m de profundidade, até montanhas com mais de 2.000 m de altura. Quanto à abundância, ganham destaque em habitats estuarinos, incluindo os manguezais, onde a salinidade e a temperatura variam dramaticamente ao longo dos ciclos de maré. A estimativa que tem sido mais aceita estipula 6.793 espécies e subespécies válidas de *Brachyura* (Ng *et al.*, 2008).

Os caranguejos constituem um grupo bastante estudado, mas não se pode afirmar que o conhecimento sobre eles esteja completo ou que tenha alcançado um patamar o qual não se possa ultrapassar. Ng *et al.* (2008) destacaram a importância em se realizar mais estudos sobre a diversidade de *Brachyura*, e afirmaram que, mesmo em regiões costeiras tropicais, existem muitos ambientes pouco estudados, como rios e manguezais. Apesar de a fauna de crustáceos *Brachyura* nos manguezais ser bem diversificada e conhecida no litoral pernambucano, esses estudos se constituem basicamente em listagens de espécies (Coelho, 1965/66; Coelho & Coelho-Santos, 1990; Coelho & Ramos-Porto, 1995; Coelho-Filho & Coelho, 1997; Coelho-Santos & Coelho, 2001; Almeida *et al.*, 2006). Dessa forma, ainda faltam estudos mais detalhados sobre a

ecologia dessas comunidades, aplicando-se índices ecológicos e análises multivariadas.

Nesse contexto, esse trabalho tem por objetivo conhecer e comparar a diversidade e alguns aspectos ecológicos dos caranguejos (*Crustacea, Decapoda, Brachyura*) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, litoral sul do Estado de Pernambuco, através da composição específica e dos índices ecológicos. Tais dados serão importantes para fornecer subsídio técnico-científico para futuros planos de gestão e manejo de crustáceos na zona costeira pernambucana. No presente estudo, foram formuladas as seguintes hipóteses (H):

H_1 – A diversidade de Brachyura em ambos os manguezais é média, porém maior no manguezal do Rio Ariquindá devido ao seu melhor estado de conservação; e

H_2 – Não existem espécies dominantes ou muito frequentes, demonstrando haver um equilíbrio na comunidade.

2. Descrição da área de estudo

Para a realização do presente estudo, foram escolhidas duas áreas de manguezal com diferentes graus de impactos antrópicos no litoral Sul de Pernambuco: os manguezais dos Rios Ariquindá, considerado no presente trabalho não impactado; e Mamucabas, considerado no presente trabalho pouco impactado, ambos localizados no Município de Tamandaré (Figura 1). Apesar de os dois rios serem considerados não poluídos (IBAMA, 1989; Grego *et al.*, 2009), durante as amostragens de *Brachyura*, foram constatados impactos de origem antrópica no Rio Mamucabas, como desmatamentos, avanço da construção civil em direção ao manguezal (também documentada por Santos *et al.*, 2001, Araújo *et al.*, 2012 a, b), deposição de lixo, além do impacto causado pelo represamento quando este rio passa pela Reserva de Saltinho.

2.1. Manguezal do Rio Ariquindá

O Rio Ariquindá (Figura 1), afluente do Rio Formoso, recebe águas dos rios União, Porto do Tijolo, Porto Alegre e Cabrobó. Considerado de pequeno porte, tem 10 km de extensão e uma profundidade média de 6 m (Grego *et al.*, 2009), sendo propício à navegação. Seu estuário é caracterizado por micromarés, com aplitudes de 1,5 m (Calder & Maÿal, 1998). Estudos indicam que esse estuário não sofre fortes impactos antrópicos, estando isento de poluição orgânica (Grego *et al.*, 2009), mas, com a construção da ponte sobre esse rio, processos erosivos passaram a ser observados.

Os quatro pontos de amostragem no manguezal do Rio Ariquindá podem ser descritos como:

Ponto 1: Local de transição entre o manguezal e o ambiente terrestre, localizado a aproximadamente 400 m da margem do rio. Composto por gramíneas, seguido de *Talipariti tiliaceum* (L.) Fryxell (Malvaceae) e poucos exemplares de *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae). Substrato areno-lamoso;

Ponto 2: Ambiente localizado aproximadamente a 200 m da margem do rio, no interior do manguezal, sendo composto por muita vegetação, predominantemente por *L. racemosa*, seguida de *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) e poucos exemplares de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman ex Moldenke (Acanthaceae). Substrato lamoso;

Ponto 3: Ambiente localizado na margem do rio e composto predominantemente por *R. mangle*. Substrato lamoso;

Ponto 4: Ambiente localizado a aproximadamente 5 m da margem do rio. Composto por um banco de lama próximo ao rio e com muita vegetação (*R. mangle* e alguns exemplares de *L. Racemosa*). Substrato lamoso-arenoso.

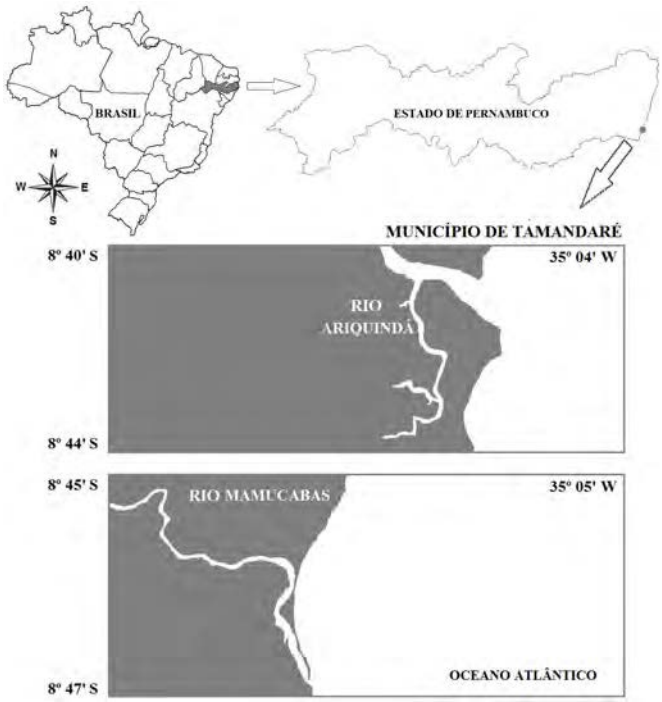

Figura 1 - Mapa com a localização geográfica das áreas de estudo, Estuários dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Município de Tamandaré, Estado de Pernambuco, Brasil.

Figure 1 - Map of the geographic location of the study areas, Estuaries of Ariquindá and Mamucabas Rivers, Municipality of Tamandaré, State of Pernambuco, Brazil.

2.3. Manguezal do Rio Mamucabas

Outro sistema estuarino que se destaca no litoral sul de Pernambuco é o Complexo Ambiental Ilhetas-Mamucabas (Figura 1), formado pelos rios homônimos. O percurso final desses rios ocorre paralelamente ao litoral e é ladeado por manguezais separados do mar adjacente por um estreito cordão arenoso (CPRH,

1999). Eles fluem em separado e se encontram em uma boca comum chamada Ponta das Ilhetas ou Boca da Barra (Maida & Ferreira, 1997). A nascente do Rio Mamucabas fica a 15 km da baía de Tamandaré, a oeste da Reserva Biológica de Saltinho, e, ao ali entrar, é represado para formar reservatório que abastece o Município de Tamandaré (CPRH, 2001). A distância máxima entre as suas margens é de 31 m. É um rio bastante raso e bem menor que o Rio Ilhetas, impossibilitando a navegação. Foi considerado pelo IBAMA (1989) como um dos rios de águas mais saudáveis do Estado de Pernambuco. Entretanto, decorridas mais de duas décadas, foram observados impactos em algumas áreas do manguezal, como desmatamentos, deposição de resíduos sólidos (lixo) e ocupação imobiliária irregular (Santos *et al.*, 2001; Araújo *et al.*, 2012 a, b).

Os quatro pontos de amostragem no manguezal do Rio Mamucabas podem ser descritos como:

Ponto 1: Ambiente de transição entre o manguezal e o ambiente terrestre, localizado a cerca de 200 m da margem do rio, sendo composto predominantemente por gramíneas, seguido de *T. tiliaceum* e alguns exemplares de *R. mangle.* Substrato argiloso;

Ponto 2: Ambiente localizado aproximadamente a 100 m da margem do rio no interior do manguezal. Vegetação composta predominantemente por *L. racemosa*, seguida de *R. mangle* e poucos exemplares de *A. schaueriana*. Substrato lamoso;

Ponto 3: Ambiente localizado na margem do rio e composto predominantemente por *R. mangle* e substrato estritamente lamoso;

Ponto 4: Ambiente composto por um banco de algas no interior do manguezal, distante 250 m do rio. Vegetação composta por *T. tiliaceum* e alguns exemplares de *L. racemosa*. Substrato lamoso-arenoso.

3. Materiais e Métodos

3.1. Procedimentos de coleta

O calendário de coletas mensais foi elaborado seguindo previsões da tábua de marés da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) para o Porto do Recife, em período de lua cheia. O trabalho de campo estendeu-se por um período de um ano, de abril/2008 a março/2009.

Nos quatro pontos estabelecidos em cada estuário, foram realizadas coletas manuais por dois coletores, com um esforço amostral de 30 minutos/ponto, durante o período de maré baixa. A área explorada em cada ponto era de aproximadamente 20 m². Procurou-se abranger todos os microhabitats dos estuários, tais como: tocas escavadas na areia e lama; folhas e troncos em processo de decomposição; raízes e troncos das árvores do mangue; sob e sobre pedras; e em bancos de algas, mexilhões e ostras. Foram utilizadas pás de jardim para auxiliar na escavação da lama e na remoção de alguns exemplares, que foram levados ao laboratório para processamento.

Em laboratório, os espécimes foram lavados e fixados em álcool 70%, bem como as espécies identificadas por bibliografia especializada (Melo, 1996). Para verificar a sistemática e a validade taxonômica dos nomes científicos, foi consultado o artigo de Ng *et al.* (2008), além de acessados bancos de dados *online*, como o *World Register of Marine Species* (WORMS) e o *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS). Alguns exemplares foram incorporados às coleções científicas do Museu de Oceanografia "Petrônio Alves Coelho" (MO/UFPE) e do Centro Acadêmico de Vitória (CAV/UFPE).

3.2. Análise dos dados

Com base nos resultados das identificações, foram realizadas, para cada estuário, análises quantitativas, ecológicas e multivariadas.

Nas análises quantitativas, foram avaliadas:

1) **Abundância total (*AT*)**, relacionada ao número absoluto de indivíduos por espécie;
2) **Abundância relativa (*AR*)**, referente ao percentual relativo de cada espécie, pela fórmula $AR = n\ 100/N$ (onde n = número de indivíduos por espécie; e N = total de indivíduos na amostra), e classificação das espécies como: dominante ($AR \geq 70\%$); abundante ($40 \leq AR < 70\%$); pouco abundante ($10 < AR < 40\%$); e rara ($AR \leq 10\%$);
3) **Frequência de ocorrência (*FR*)** de cada espécie, em porcentagem, obtida pela fórmula: $FR = a\ 100/A$ (onde a = número de amostras contendo a espécie; e A = total de amostras), com classificação: muito frequente ($FR \geq 70\%$); frequente ($40 \leq FR < 70\%$) pouco frequente ($10 < FR < 40\%$); e esporádica ($FR \leq 10\%$).

Nas análises ecológicas, foram avaliados quatro índices, para cada um dos quais foram estimados os valores mínimos, máximos e médios (± desvio padrão), com possibilidade de agrupamento dos pontos de coleta por estuário caso os valores de diversidade não difiram significativamente entre os pontos pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0{,}05$) (Zar, 1996). Os índices ecológicos avaliados foram:

1) **Diversidade de Shannon (H')**, que trata da variedade de espécies de organismos vivos em determinada comunidade, habitat ou região (Shannon, 1948), sendo calculada pela seguinte fórmula: $H' = -\Sigma\, p_i \log_2 p_i$, com $pi = n/N$ (onde n = número de indivíduos de cada espécie; e N = número total de indivíduos), com os resultados obtidos enquadrados na classificação: muito alta

($H' > 4$ bits.ind^{-1}); alta ($3 < H' \leq 4$ bits.ind^{-1}); média ($2 < H' \leq 3$ bits.ind^{-1}); baixa ($1 < H' \leq 2$ bits.ind^{-1}); e muito baixa ($H' \leq 1$ bits.ind^{-1});

2) **Equitabilidade de Pielou (J')**, referente à distribuição de indivíduos entre as espécies registradas, sendo proporcional à diversidade, exceto se houver co-dominância de espécie (Pielou, 1969), sendo calculada pela fórmula $J' = H'/log(S)$ (onde H' = índice de Shannon; e S = número total de espécies). Esse índice varia de 0 a 1, sendo considerados equitativos valores superiores a 0,5;

3) **Riqueza de Margalef (D)**, que trata da abundância numérica em determinada área geográfica, região ou comunidade (Margalef, 1958), sendo calculada a partir da seguinte fórmula $D = (S–1)/log(N)$ (onde S = número de espécies; e N = número de indivíduos por amostra), obedecendo a classificação: baixa diversidade (D < 2) e alta diversidade (D > 5);

4) **Dominância de Simpson (1-λ)**, que trata da probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie, variando de 0 a 1 (Simpson, 1949), sendo calculada a partir da fórmula $1-\lambda = 1-\Sigma p_i^2$ com $p_i = n/N$, evidenciando maior dominância e menor diversidade quando seus valores forem mais próximos da unidade (Simpson, 1949).

Os dados obtidos também foram submetidos a análises multivariadas, que, devido ao grande número de zeros nas amostras, tiveram que ser previamente log-transformados (log_{n+1}, onde n é o número de exemplares por espécie). Os dados obtidos foram submetidos a uma análise de similaridade, gerando uma matriz triangular, tendo sido eleito o coeficiente de Bray-Curtis como o índice de similaridade ideal para tais dados de abundância. Com base nessa matriz, as afinidades entre as estações de coleta foram estabelecidas por uma análise de ordenação multi-dimensional não-métrica (NMDS). Para testar a ordenação, o coeficiente de estresse de Kruskal foi empregado (estresse mínimo de 0,01). Em seguida, uma análise de percentuais de similaridade (SIMPER) foi empregada para indicar quais espécies mais contribuíram para a similaridade dentro de cada ponto de coleta, bem como para a dissimilaridade entre eles. Por fim, as afinidades entre as espécies foram avaliadas por análise hierárquica de Cluster (Clarke, 1993).

4. Resultados

4.1. Diversidade no manguezal do Rio Ariquindá

4.1.1 Sinopse taxonômica

Um total de 4.501 exemplares de Crustacea Brachyura foi coletado no manguezal do Rio Ariquindá, estando distribuídos em 25 espécies, 14 gêneros e 7 famílias. Dentre esses, a Superfamília Ocypodoidea foi a mais representativa, com 9 espécies, destacando-se as pertencentes aos gênero *Uca* Leach, 1.814, seguida das Superfamílias Grapsoidea e Xanthoidea, que contribuíram com 7 e 6 espécies do total encontrado no manguezal, respectivamente. As demais espécies pertenciam às Superfamílias Portunoidea (2 espécies) e Pinnotheroidea (1 espécie). A sinopse taxonômica das espécies identificadas encontra-se no Anexo I [Informação Suplementar / Supplementary Information].

4.1.2. Análises quantitativas

Quanto à abundância total (AT), *Uca thayeri* se destacou, com 1.411 exemplares. Já em relação à abundância relativa (AR), a maioria das espécies pôde ser considerada rara, com exceção de *Sesarma rectum*, *Uca leptodactyla* e *U. thayeri*, consideradas pouco abundantes. Por fim, no tocante à frequência relativa (FR), a maioria das espécies foi considerada esporádica ou pouco frequente, com exceção de *Uca burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla* e *U. thayeri,* consideradas frequentes. As espécies amostradas neste manguezal, bem como sua AT, AR e FR, estão apresentadas no Anexo II [Informação Suplementar / Supplementary Information].

Na figura 2, nota-se que as espécies apresentaram diferentes valores de abundância, de acordo com os pontos de coleta, apresentando distintos padrões de distribuição espacial. Algumas espécies apresentaram maior abundância em algumas estações, a saber: Ponto 1 (*Armases angustipes*, *Eurytium limosum*, *Goniopsis cruentata*, *Sesarma rectum*, *Uca burgersi*, *U. leptodactyla* e *U. rapax*); Ponto 2 (*S. curacaoensis*, *U. thayeri* e *Ucides cordatus*); Ponto 3 (*Acantholobulus bermudensis*, *Aratus pisonii*, *Austinixa leptodactyla*, *Callinectes danae*, *C. exasperatus*, *Ocypode quadrata*, *Pachygrapsus gracilis*, *P. transversus* e *Panopeus lacustris*); e Ponto 4 (*Hexapanopeus angustrifrons*, *H. caribbaeus*, *P. occidentalis*, *Sesarma curacaoense*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. maracoani* e *U. victoriana*).

4.1.3. Índices ecológicos

No Rio Ariquindá (PE), a diversidade de Shannon (H' = 1,76 ± 0,16 bits.ind^{-1}) e a riqueza de Margalef baixa (D = 1,12 ± 0,12) foram considerados baixos, ao contrário da equitabilidade de Pielou (J' = 0,74 ± 0,06) e a dominância de Simpson (1 - λ = 0,63 ± 0,04), considerados altos.

No geral, a diversidade de espécies pode ser considerada média, com pequena oscilação ao longo dos meses do ano. Entretanto, observam-se diferenças espaciais, sendo mais diversos os pontos 1 e 3 (Anexo III [Informação Suplementar / Supplementary Information]), indicando um padrão de distribuição espacial distinto entre as diferentes áreas de um mesmo manguezal.

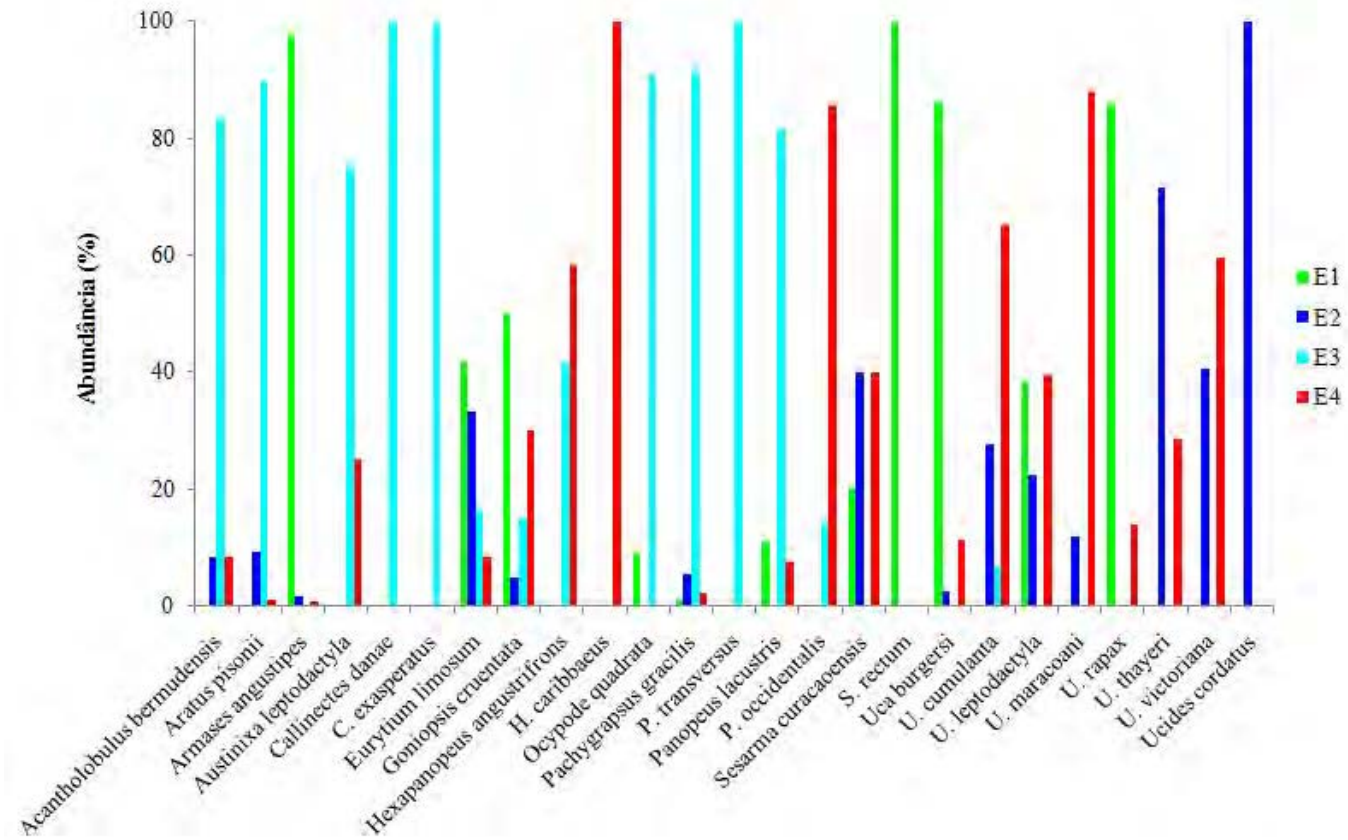

Figura 2 - Valores de abundância por ponto de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Município de Tamandaré, Estado de Pernambuco, Brasil.

Figure 2 - Abundance values per sampling point of Ariquindá River mangrove, Municipality of Tamandaré, State of Pernambuco, Brazil.

4.1.4. Análises multivariadas

Segundo o NMDS (Figura 3), três grupos foram formados, de acordo com os pontos de coleta: pontos 2 e 4 (região marginal do manguezal), com substrato lamoso; e pontos 1 e 3 (região interna do manguezal), cada um deles com vegetação distinta, formando dois grupos. O índice de Bray-Curtis revelou que *Uca thayeri* foi responsável pela similaridade dentro dos pontos 2 e 4, que apresentaram entre si a menor dissimilaridade (44,5%), o que pode explicar o seu agrupamento. Os pontos que mais diferiram entre si foram o 1 e o 3 (dissimilaridade = 98,4%), por causa das espécies *S. rectum*, *A. angustipes* e *U. burgersi*, e 3 e 4 (dissimilaridade = 94,6%), por causa das espécies *U. thayeri*, *U. leptodactyla*, *U. cumulanta* e *A. pisonii*.

A análise de cluster com as principais espécies revelou a formação de três grupos de acordo com os seus valores de abundância (Figura 4). O grupo A foi formado por espécies com maior abundância (com destaque às espécie do gênero *Uca*), seguidas por aquelas do grupo B, de abundância intermediária (*E. limosum*, *S. curacaoense*, *G. cruentata* e *U. Maracoani*), e do grupo C, de menor abundância (destaque para os Panopeidae).

4.2. Diversidade no manguezal do Rio Mamucabas

4.2.1 Sinopse taxonômica

Um total de 3.893 braquiúros foi coletado no manguezal do Rio Mamucabas, representados por 21 espécies e distribuídas em 12 gêneros e 06 famílias. Uma dessas espécies, o sesarmídeo *Armases rubripes* (Rathbun, 1897), foi encontrada somente nesse manguezal. Por outro lado, 05 espécies (*Acantholobulus bermudensis*, *Austinixa leptodactyla*, *Callinectes exasperatus*, *Hexapanopeus caribbaeus* e *Uca maracoani*) ocorreram apenas no Rio Ariquindá. Assim, vinte espécies foram comuns para ambos os manguezais.

De entre os Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas, a Superfamília Ocypodoidea foi a mais representativa (8 espécies), destacando-se as pertencentes aos gênero *Uca*, seguida das Superfamílias Grapsoidea e Xanthoidea, com 08 e 04 espécies, respectivamente. A Superfamília Portunoidea esteve representada por uma única espécie. A sinopse taxonômica das espécies identificadas encontra-se no Anexo IV [Informação Suplementar / Supplementary Information em http://www.aprh.pt/rgci/rgci-493_Araujo_SuplMat].

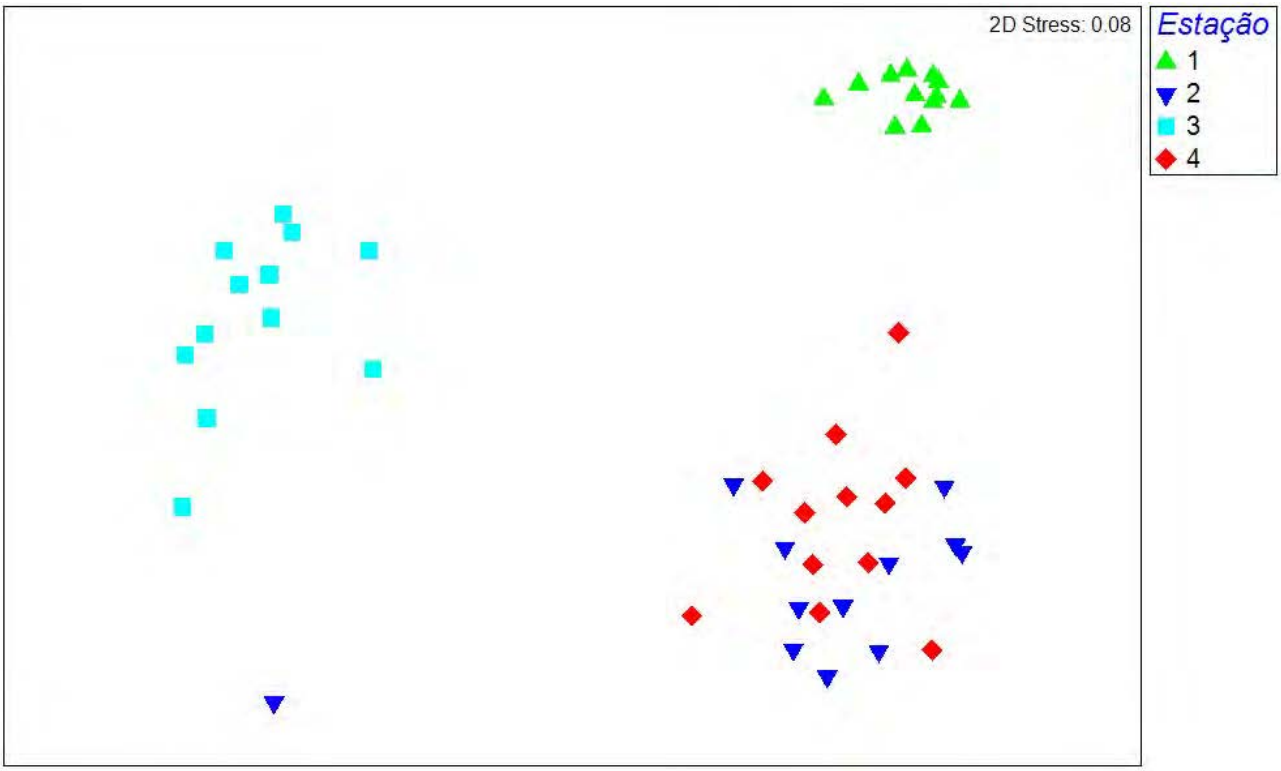

Figura 3 - Análise de ordenação multidimensional não-métrica (NMDS) dos pontos de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Município de Tamandaré, Estado de Pernambuco, Brasil.

Figure 3 - Analysis of non-metric multidimensional ordination (NMDS) of the sampling points of Ariquindá River mangrove, Municipality of Tamandaré, State of Pernambuco, Brazil.

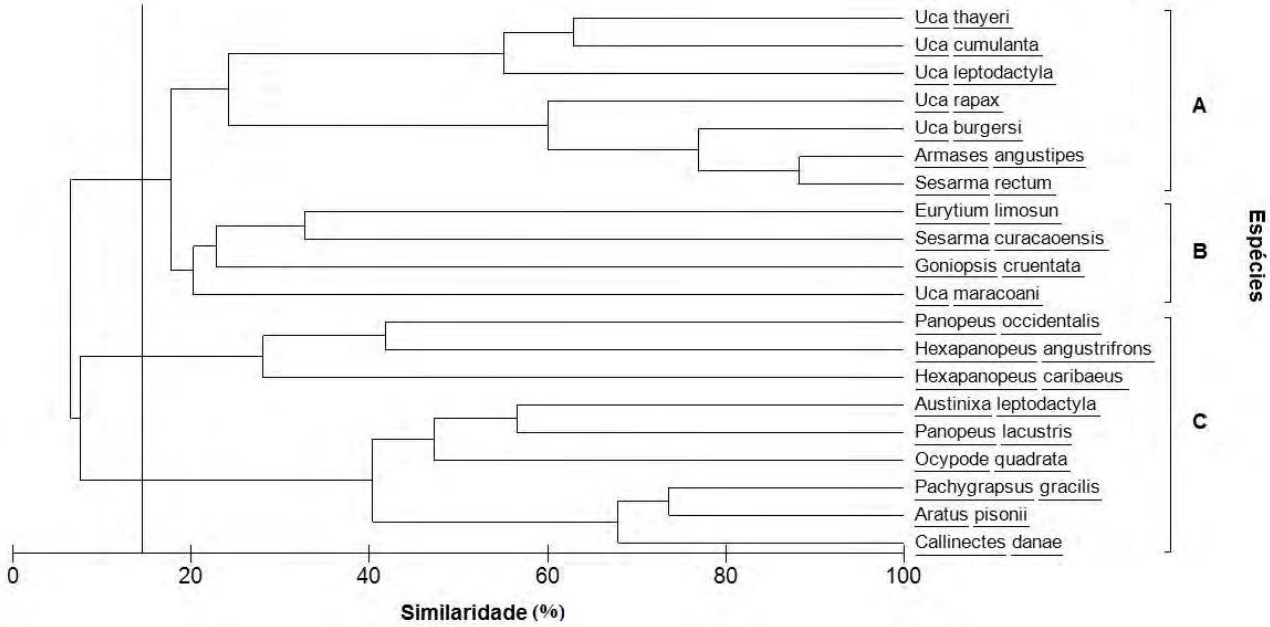

Figura 4 - Análise hierárquica de cluster das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Ariquindá, Município de Tamandaré, Estado de Pernambuco, Brasil.

Figure 4 - Hierarchical cluster analysis of the species of the Brachyura at Ariquindá River mangrove, Municipality of Tamandaré, State of Pernambuco, Brazil.

4.2.2. Análises quantitativas

Quanto à abundância total (AT), *Uca thayeri* se destacou no manguezal do Rio Mamucabas, com 1.300 exemplares. Já em relação à abundância relativa (AR), a maioria das espécies foi considerada rara, com exceção de *Uca leptodactyla*, *U. thayeri* e *U. victoriana,* consideradas pouco abundantes. No caso da frequência relativa (FR), muitas espécies foram consideradas esporádicas ou pouco frequentes, com exceção de *Armases angustipes*, *Eurytium limosum*, *Uca burgersi*, *U. leptodactyla*, *U. rapax* e *U. thayeri* (espécies frequentes), e *U. victoriana* (espécie frequente). As espécies amostradas neste manguezal, bem como sua AR e FR, estão apresentadas no Anexo V [Informação Suplementar / Supplementary Information].

Os valores de abundância para as espécies diferiram bastante entre os pontos de coleta (Figura 5), a saber:

Ponto 1 (*Armases angustipes*, *A. rubripes*, *Goniopsis cruentata*, *Pachygrapsus gracilis*, *Sesarma curacaoense*, *Uca cumulanta* e *U. rapax*);

Ponto 2 (*Eurytium limosum*, *Panopeus lacustris*, *S. curacaoense*, *U. leptodactyla*, *U. thayeri*, *U. victoriana* e *Ucides cordatus*);

Ponto 3 (*Aratus pisonii*, *Callinectes danae*, *Hexapanopeus angustrifrons*, *Ocypode quadrata*, *Pachygrapsus gracilis*, *P. transversus*, *Panopeus lacustris* e *P. occidentalis*); e

Ponto 4 (*S. curacaoensis*, *S. rectum*, *U. burgersi*, *U. leptodactyla* e *U. victoriana*).

4.2.3. Índices ecológicos

De modo similar ao ocorrido no manguezal anterior, o do Rio Mamucabas apresentou baixos valores de diversidade de Shannon (H' = 1,80 ± 0,21 bits.ind^{-1}) e de riqueza de Margalef (D = 1,19 ± 0,14), ao contrário do verificado para a equitabilidade de Pielou (J' = 0,71 ± 0,11) e dominância de Simpson (1 - λ = 0,63 ± 0,08), cujos valores foram altos.

De modo geral, a diversidade de espécies pode ser considerada média para este manguezal. Também pode ser observado que os índices não variaram notoriamente ao longo do ano, exibindo apenas pequenas oscilações. Entretanto, observam-se diferenças espaciais, com maiores valores médios para os pontos 1 e 4 (Anexo VI [Informação Suplementar / Supplementary Information]), indicando, mais uma vez, um padrão de distribuição espacial distinto em diferentes áreas de um mesmo manguezal.

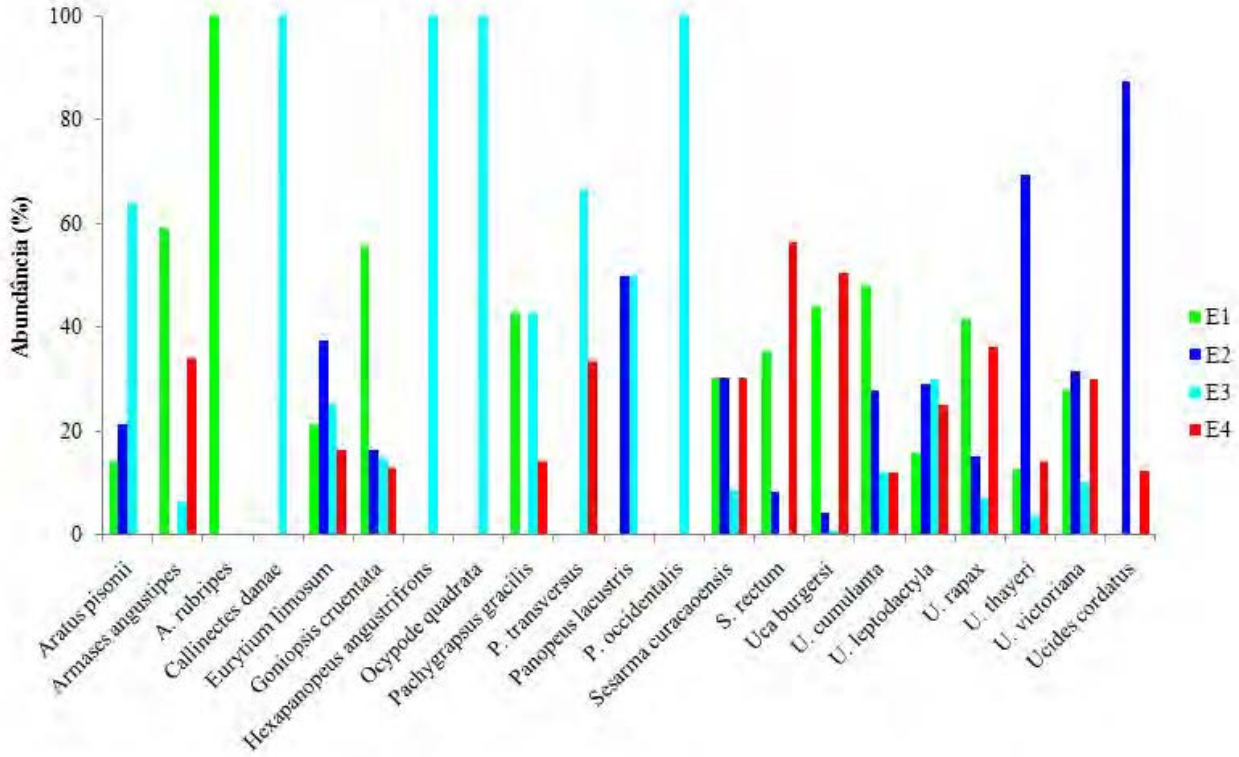

Figura 5 - Valores de abundância de acordo com os pontos estações de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Município de Tamandaré, Estado de Pernambuco, Brasil.

Figure 5 - Abundance values per sampling point of Mamucabas River mangrove, Municipality of Tamandaré, State of Pernambuco, Brazil.

4.2.4. Análises multivariadas

Na figura 6, é perceptível um menor agrupamento entre os pontos, que apresentaram uma maior dispersão de valores para a NMDS. Um maior agrupamento de pontos de coleta ocorreu para 1, 2 e 4, enquanto o ponto 3 ficou mais disperso (menor similaridade). O índice de similaridade de Bray-Curtis revelou que as espécies *Aratus pisonii* e *Eurytium limosum* foram as mais abundantes no ponto 3, enquanto os demais pontos foram dominados por espécies do gênero *Uca*, o que pode explicar o resultado observado. Esse ponto também apresentou a maior dissimilaridade com os demais pontos, sendo que os mais divergentes foram o 1 e o 3 (dissimilaridade = 78,1%), por causa das espécies *A. angustipes*, *U. burgersi*, *U. leptodactyla* e *U. victoriana,* enquanto os mais similares foram o 1 e o 4 (dissimilaridade = 46,8%), por causa das espécies *U. thayeri*, *U. victoriana*, *U. burgersi* e *U. leptodactyla*.

A análise de cluster, envolvendo as principais espécies do manguezal do Rio Mamucabas, revelou que, com a linha de corte posicionada a 25%, havia a formação de um grupo principal formado por espécies com maior abundância, com destaque àquelas do gênero *Uca*, e as demais não formando grupos evidentes (Figura 7).

4. Discussão

Os crustáceos da Infraordem Brachyura representam um grupo altamente diverso e bem sucedido. No presente trabalho, um total de 26 espécies foi amostrado. Destas, 09 espécies (34,6%) são registros novos para o Município de Tamandaré (PE), quando considerada a listagem de espécies publicada por Coelho & Ramos-Porto (1995) para a região, a saber: *Acanthocyclus bermudensis*, *Armases rubripes*, *Austinixa leptodactyla*, *Hexapanopeus angustifrons*, *H. caribbaeus*, *Panopeus occidentalis*, *Sesarma curacaoense*, *Uca cumulanta* e *Uca victoriana*. Pelo exposto, fica clara a importância dos levantamentos de diversidade.

É sabido que o número de espécies tende a variar em função da latitude. De acordo com Boschi (2000), a maioria das espécies de Brachyura é encontrada em regiões tropicais e subtropicais, ocorrendo decréscimo na diversidade com o aumento latitudinal. Esse padrão pode ser atribuído à estabilidade dos ecossistemas, que, na história evolutiva da Terra, contribui à existência de uma maior riqueza de espécies em regiões tropicais (Margalef, 1963).

Na figura 8, pode-se observar como o número de espécies de Brachyura se comporta no litoral brasileiro. De entre todas as espécies registradas para a costa brasileira, o maior número de espécies de caranguejos (36) é observado nos manguezais do Rio Paripe, PE (Coelho-Santos & Coelho, 2001), com tendência a diminuir em direção ao sul do país. O número de espécies registrado no presente estudo está dentro do

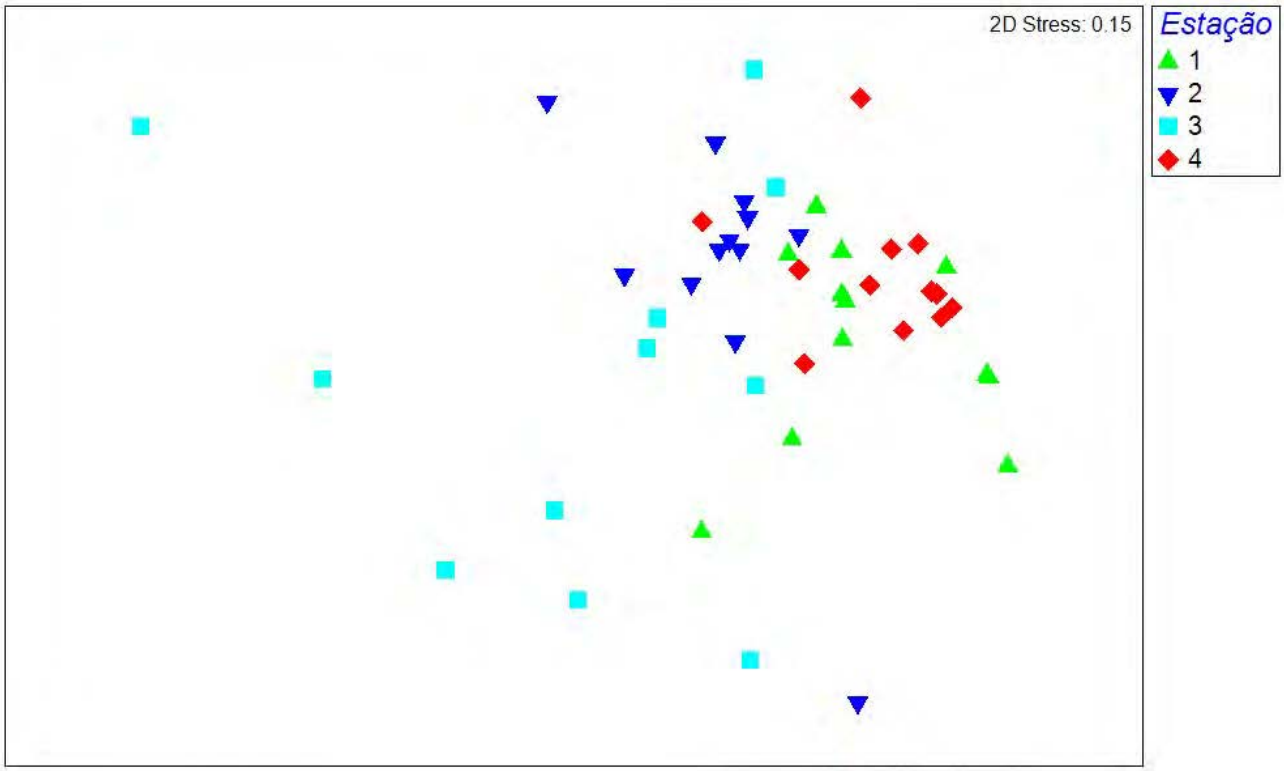

Figura 6 - Análise de ordenação multidimensional não-métrica (MDS) das estações de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Município de Tamandaré, Estado de Pernambuco, Brasil.

Figure 6 - Analysis of non-metric multidimensional ordination (NMDS) of the sampling points of Mamucabas River mangrove, Municipality of Tamandaré, State of Pernambuco, Brazil.

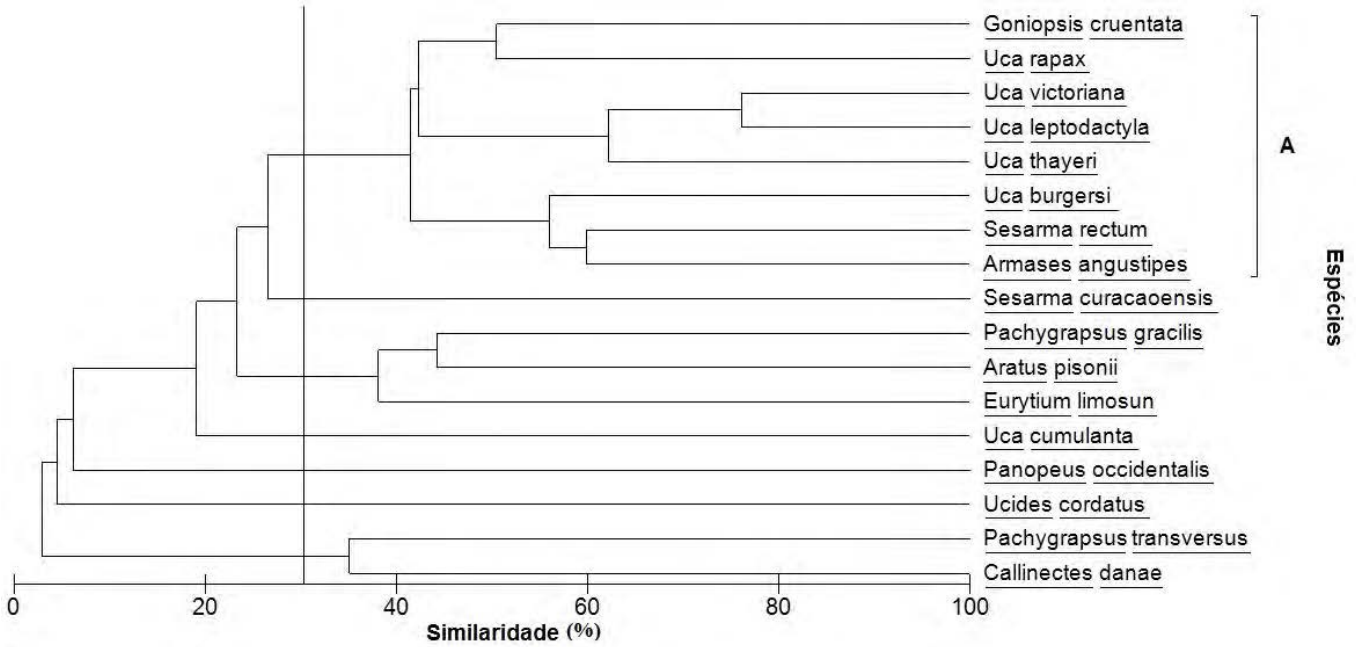

Figura 7 - Análise hierárquica de Cluster das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas, Município de Tamandaré, Estado de Pernambuco, Brasil.

Figure 7 - Hierarchical cluster analysis of the species of the Brachyura at Mamucabas River mangrove, Municipality of Tamandaré, State of Pernambuco, Brazil.

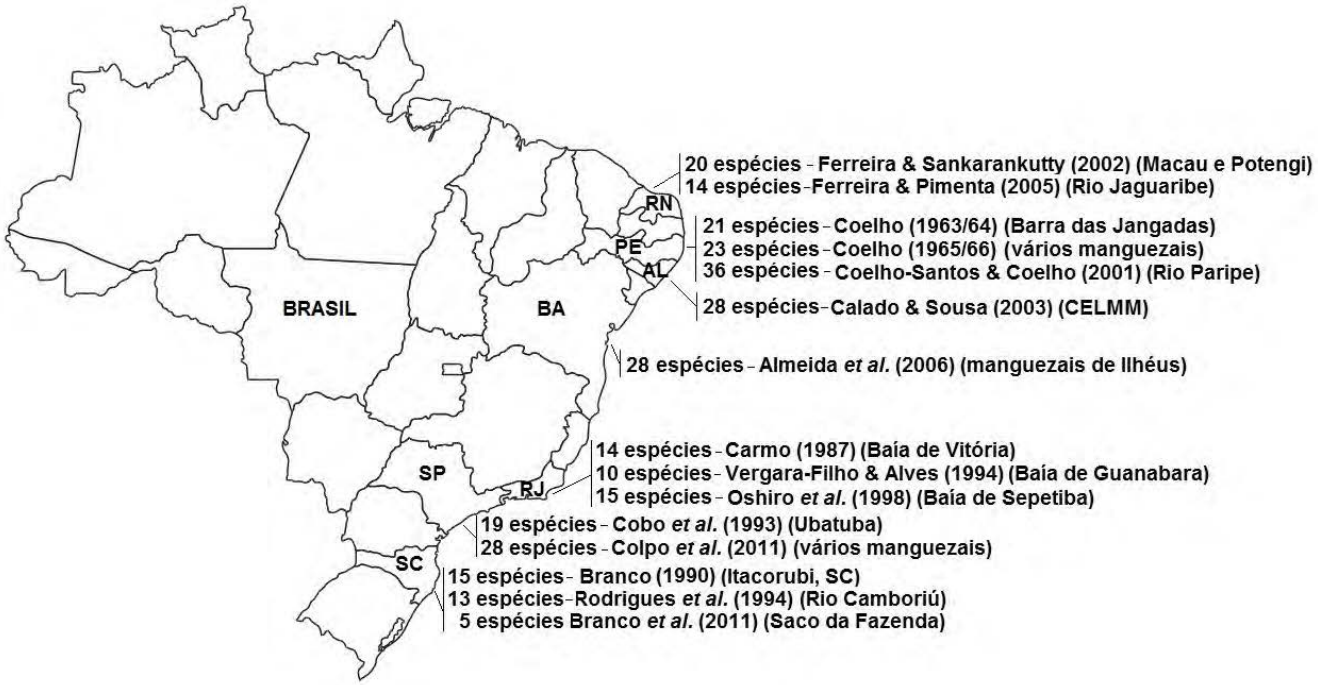

Figura 8. Número de espécies de crustáceos da Infraordem Brachyura por localidade na costa brasileira. Valores baseados em coletas manuais realizadas no ecossistema manguezal, com exclusão dos exemplares de siris (Portunidae), que foram coletados apenas por apetrechos específicos (redes de arrasto ou armadilhas de espera) na região estuarina.

Figure 8. Number of species of crustaceans from the Infraorder Brachyura by location on the Brazilian coast. Values based on manual samplings in the mangrove ecosystem, excluding individuals of swimming crabs (Portunidae), which were collected only by specific gear (trawls or waiting traps) in the estuarine region.

esperado para a região Nordeste. No Estado de Santa Catarina, limite austral da distribuição dos manguezais na América do Sul (28ºS, segundo Schaeffer-Novelli, 1999), devido ao clima mais frio, o desenvolvimento dos manguezais é menor (Schaeffer-Novelli, 1999), o mesmo ocorrendo com a diversidade de crustáceos. Em zonas temperadas, a partir dos 25ºS, os manguezais geralmente são substituídos pelos marismas. No entanto, algumas regiões, como no Saco da Fazenda (SC), os manguezais e marismas coexistem, sendo observada a menor riqueza de caranguejos (5 espécies, segundo Branco *et al.*, 2011). Com isso, confirma-se a maior diversidade de Brachyura em áreas tropicais, ecossistemas mais estáveis, como os estuários pernambucanos.

Apesar da proximidade geográfica dos manguezais onde os caranguejos foram amostrados no presente trabalho, houve uma diferença na composição específica entre eles, com cinco espécies encontradas exclusivamente nos manguezais do Rio Ariquindá (*Acantholobulus bermudensis*, *Austinixa leptodactyla*, *Callinectes exasperatus*, *Hexapanopeus caribbaeus* e *Uca maracoani*) e com apenas uma espécie (*Armases rubripes*) exclusiva para o manguezal do Rio Mamucabas. Outros autores, estudando a diversidade de Decapoda em manguezais próximos entre si (Coelho, 1965/66; Ferreira & Sankarankutty, 2002; Colpo *et al.*, 2011), também observaram diferentes composições específicas. Enquanto em grandes escalas latitudinais a temperatura é o principal fator explicativo das diferenças na composição específica, em escala espacial, as variações são melhor explicadas pela composição/idade do bosque de manguezal, heterogeneidade de seu substrato, disponibilidade de alimento, influência das marés, relações presa-predador, interações interespecíficas e grau de impacto ambiental (Abele, 1974; Boschi, 2000; Ashton *et al.*, 2003).

Segundo Macintosh (1984), os caranguejos formam o maior componente da macrofauna de praias e manguezais, e, segundo Aveline (1980) e Jones (1984), esses organismos, juntamente com os moluscos, são os animais mais abundantes dos manguezais. Das famílias de Brachyura que vivem no ecossistema manguezal (Ocypodidae, Grapsidae, Gecarcinidae, Mictyridae, Panopeidae, Portunidae, Xanthidae e Ucididae) (Jones, 1984; Melo, 1996), apenas Gecarcinidae e Mictyridae não foram amostradas nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas. Entretanto, a espécie *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Gecarcinidae) ocorreu em amostragens extras realizadas em outras áreas dos manguezais desses rios. Isso demonstra a elevada riqueza de famílias nas áreas do presente estudo, o que corrobora Coelho (1965/66).

De entre os crustáceos da Infraordem Brachyura, as Superfamílias Ocypodoidea, Grapsoidea e Xanthoidea foram as mais representativas no presente trabalho, assim como observado por diversos autores (Coelho, 1965/66; Jones, 1984; von Prahl *et al.*, 1990; Ashton *et al.,* 2003; Nagelkerken *et al*., 2008). De acordo com Kristensen (2008), a fauna bentônica dos manguezais é dominada por esses caranguejos, entre os quais os Ocypodoidea escavam tocas no substrato. Os Grapsoidea incluem caranguejos herbívoros, que retêm, enterram e ingerem folhas e algas (Kristensen & Alongi, 2006), previnindo a perda de nutrientes e uma aceleração dos processos de decomposição. As tocas afetam a topografia e a biogeoquímica do sedimento, modificando a drenagem e a disponibilidade de nutrientes (Botto & Iribarne, 2000). Segundo Ferreira & Sankarankutty (2002), essas tocas formam um sistema de túneis anastomosados, que cruzam o substrato dos manguezais, demonstrando a importância desses animais ao ecossistema. Além disso, os caranguejos são denominados biengenheiros dos manguezais, por afetarem a química e a estrutura do sedimento (Kristensen, 2008).

No presente estudo, os Ocypodoidea destacaram-se em ambos os estuários por apresentarem elevadas riquezas de espécies (09 e 08 nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, respectivamente). São caranguejos típicos dos estuários e manguezais do mundo, inclusive do Brasil (Jones, 1984; Melo, 1996; Calado & Sousa, 2003; Bezerra *et al.*, 2010; Colpo *et al.*, 2011). O gênero *Uca*, por exemplo, foi representado por 07 espécies: *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. maracoani*, *U. rapax*, *U. thayeri* e *U. victoriana.* Segundo Castiglioni *et al.* (2010), 09 espécies de *Uca* ocorrem em Pernambuco, entre as quais apenas duas espécies não foram registradas no presente estudo: *U. (Minuca) mordax* (Smith, 1870) e *U. (Minuca) vocator* (Herbst, 1804). Provavelmente, tais espécies não tenham sido capturadas pelo fato de ocorrerem em áreas de manguezal caracterizadas por menores salinidades ao longo da costa brasileira (Masunari & Dissenha, 2005). Com base nessas observações, pode-se inferir que a diversidade observada para o gênero no presente trabalho foi bem expressiva.

A espécie de caranguejo mais abundante nos dois estuários em estudo foi *U. thayeri*, corroborando informações de Rodrigues *et al.* (1994), para o Rio Camboriú (SC). Entretanto, de acordo com Melo (1996), a espécie *U. rapax* geralmente é a mais abundante do gênero, o que foi confirmado por Oshiro *et al.* (1998), na Baía de Sepetiba, e Bedê *et al.* (2008), no Manguezal do Itacuruçá (RJ). Muitas vezes, *U. victoriana* é identificada erroneamente como *U. rapax,* o que pode superestimar os valores de abundância desta última espécie. Castiglioni *et al.* (2010) registram a primeira ocorrência de *U. victoriana* para os Estados da Bahia e de Pernambuco, porpondo alguns caracteres morfológicos diagnósticos para essas espécies e outra também muito semelhante (*U. burgersi*).

Além das espécies do gênero *Uca,* outras duas espécies de Ocypodoidea ocorreram na área de estudo: *Ucides cordatus* e *Ocypode quadrata*. A primeira, conhecida popularmente como caranguejo-uçá, é um importante componente nos manguezais de todo o Brasil, especialmente no Nordeste, onde é muito apreciada na culinária (Araújo & Calado, 2008). Essa espécie tem sido capturada intensamente em várias localidades brasileiras, conduzindo a espécie à sobrexplotação (Araújo *et al.,* 2012b; Castiglioni *et al.*, 2013). Apesar de sua reduzida abundância registrada nos manguezais em estudo, essa espécie foi extremamente abundante em outras áreas desses mesmos manguezais, onde pôde ser capturada por métodos mais específicos (braceamento e gancho). Já a segunda espécie (maria-farinha) foi considerada rara e pouco frequente no manguezal do Ariquindá, e rara e esporádica no manguezal de Mamucabas. É uma espécie típica do supralitoral de praias arenosas (Melo, 1996), embora também possa ser registrada, eventualmente, em ambientes estuarinos (Almeida *et al.*, 2006).

A superfamília Grapsoidea apresentou 07 e 08 espécies (manguezais de Ariquindá e Mamucabas, respectivamente). São caranguejos encontrados não apenas em estuários e manguezais, mas também em praias rochosas e em ambientes de água doce (Jones, 1984; Melo, 1996; Calado & Sousa, 2003; Colpo *et al*., 2011). Dentre os grapsóideos, destacaram-se duas espécies: *Sesarma rectum* (abundância no Rio Ariquindá) e *Armases angustipes* (frequência no Rio Mamucabas). Porém, ambas ocorreram nos dois estuários, corroborando Melo (1996), que afirma que essas duas espécies ocorrem em simpatria.

A superfamília Xanthoidea também se destacou nos dois estuários analisados, com 06 e 04 espécies para os manguezais de Ariquindá e Mamucabas, respectivamente. Os Panopeidae ocorreram no presente estudo, com suas espécies registradas em fundos lamosos, como o substrato do manguezal, sendo, por isso, conhecidos, em inglês, como 'mud crabs' (Melo, 1996; Schubart *et al.,* 2000; Calado & Sousa, 2003). Os gêneros de Panopeidae são morfologicamente similares, por convergência em função do habitat e dos hábitos semelhantes (Schubart *et al.*, 2000), dificultando sua identificação. Entretanto, no presente estudo, todos os exemplares puderam ser identificados ao nível específico.

A superfamília Portunoidea também esteve representada em ambos os estuários por exemplares do gênero *Callinectes*. As espécies *C. danae* e *C. exasperatus* são frequentes no litoral pernambucano (Araújo *et al.*, 2011), encontradas principalmente em ambientes estuarinos, mas também são encontradas em manguezais (Melo, 1996), como observado no presente trabalho.

Com base nos índices ecológicos e no número de espécies registradas, a diversidade de caranguejos dos dois manguezais pôde ser considerada média, corroborando a hipótese H_1. Os valores obtidos evidenciaram compatibilidade com os obtidos em outros manguezais ao longo da costa brasileira (Figura 8), e até mesmo superiores aos manguezais protegidos da Malásia e Tailândia (Ashton *et al.,* 2003), onde os valores de diversidade (H') variaram de 1,09 a 1,36 bits.ind^{-1}. De acordo com a teoria da heterogeneidade espacial, quanto mais heterogêneo e complexo é um dado ambiente, mais diversa será a sua fauna (Simpson, 1964). Esse foi o caso dos manguezais, um ecossistema rico em microhabitats diferentes. Segundo Abele (1974), a diversidade de Decapoda nos manguezais só não supera os valores já registrados em ambientes ainda mais complexos do que eles (p. ex., recifes de coral e o intertidal rochoso), mas é maior do que os valores que são comumente obtidos para praias arenosas e áreas vegetadas com *Spartina* Schreb. (Poaceae).

A diversidade dos manguezais em estudo não pode ser considerada alta devido à elevada dominância de *Uca thayeri*, uma vez que apresentou a maior abundância total (Ariquindá: 1.411 exemplares; e Mamucabas: 1.300 exemplares), refutando a hipótese H_2. Segundo Macintosh *et al*. (2002), a dominância de uma espécie pode ser um indicativo de estresse ambiental, pelo destaque de uma espécie oportunista em detrimento de outras menos tolerantes a variações ambientais. Entretanto, segundo esses autores, a diversidade dos grapsóides, em especial Sesarmidae, sinaliza um ambiente estável nos dois estuários estudados, onde apresentaram boa representatividade, como já discutido anteriormente.

No manguezal de Mamucabas, onde predominou o mangue-branco *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae), o número de espécies foi inferior ao do Rio Ariquindá, onde a espécie arbórea dominante foi o mangue-vermelho, *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae). Alguns estudos apontam que, em manguezais mais preservados (e/ou maduros), as comunidades de Brachyura são mais ricas, apresentando dominância do mangue-vermelho, enquanto, em manguezais instáveis ambientalmente (e/ou jovens), ocorre redução da riqueza dos Brachyura, coincidindo com uma dominância do mangue-branco (Macintosh *et al*., 2002; Colpo *et al.,* 2011). Tais observações também explicam o menor número de espécies no manguezal de Mamucabas, sendo um indicativo de que os impactos ambientais encontrados nesse estuário já começam a afetar a comunidade de crustáceos braquiúros.

Além das diferenças observadas na composição de espécies entre os estuários, existem diferenças em cada estuário, entre as estações de coleta. Cada estação apresentou seu grupo de espécies mais relevantes. Essas diferenças dentro de cada estuário, provavelmente, se devam à alta heterogeneidade estrutural do manguezal (Laegdsgaard & Johnson, 1995), tanto espacial quanto

temporal. Os braquiúros apresentam preferências ecológicas muito específicas, com algumas espécies ocupando mais de um microhabitat (p. ex., tocas, árvores, troncos podres etc.), embora cada um desses substratos tenha sua fauna característica, ainda que os diferentes tipos estejam muito próximos (Coelho, 1965/66; Branco, 1990; Oshiro *et al.*, 1998). Portanto, a diferente composição de espécies vegetais, a natureza do substrato e a distância da margem do rio em cada estação também podem ter colaborado para o resultado obtido no presente estudo.

No presente trabalho, as espécies mais abundantes apresentaram tendência a se agrupar. Isso foi visível com as espécies do gênero *Uca*, que formaram grupos bem definidos nos manguezais dos estuários estudados (Ariquindá: *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. rapax* e *U. thayeri*; e Mamucabas: *U. burgersi*, *U. leptodactyla*, *U. rapax*, *U. thayeri* e *U. victoriana*). É sabido que os chama-marés são gregários e simpátricos (Crane, 1975; Bedê *et al.*, 2008; Colpo *et al.,* 2011), habitando simultaneamente uma mesma região geográfica sem que haja cruzamento entre seus indivíduos. Dentre as espécies identificadas no presente trabalho, sabe-se que *U. leptodactyla* e *U. cumulanta* são simpátricas no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba (AL) (Calado & Sousa, 2003); *U. rapax* é simpátrica com cinco outras espécies no Golfo do México e com *U. burgersi* em praias arenosas (Thurman, 1987, 2002); *U. burgersi* também é simpátrica com *U. mordax*, da Guatemala ao sul do Brasil (von Hagen, 1982), embora esta última não tenha sido registrada no presente estudo. Possivelmente, nos manguezais do Município de Tamandaré (PE), existe simpatria entre os chama-marés, o que explicaria o agrupamento de suas espécies.

Pode-se inferir que as duas comunidades de Brachyura estudadas foram muio influenciadas pela natureza do substrato, sendo um dos fatores abióticos mais importantes na definição de uma comunidade bêntica de uma região (Carvalho & Couto, 2011). Tal aspecto já foi relatado desde a década de 30, quando Oliveira (1939) observou que cada grupo de espécies habita um substrato específico, o que já foi corroborado por outros autores (Oshiro *et al.*, 1998; Bedê *et al.*, 2008; e Colpo *et al.*, 2011). Dentre as espécies mais representativas, nota-se que quatro caranguejos semiterrestres (*Armases angustipes*, *A. rubripes*, *Goniopsis cruentata* e *Sesarma curacaoense*) foram mais abundantes no ecótono entre o manguezal e a restinga, onde o substrato era mais arenoso. Essas espécies possuem significativas adaptações comportamentais, morfológicas, fisiológicas ou bioquímicas que permitem atividade extendida fora d'água (Burggren & McMahon, 1988), podendo se afastar mais da margem do manguezal em direção à restinga. Por outro lado, os representantes de Panopeidae ("mud crabs") foram mais abundantes nos ambientes lamosos, sendo menos adaptados à exposição fora d'água por períodos prolongados, estando sempre em contato com a umidade do substrato.

5. Conclusão

Apesar da proximidade entre os dois estuários, foram detectadas diferenças na composição das espécies de Brachyura, com menor diversidade associada ao Manguezal Mamucabas, cujo estuário tem sofrido a influência de diversos impactos. Entre eles, destacam-se o desmatamento da vegetação nativa, a deposição de resíduos sólidos, a ocupação imobiliária crescente, além do represamento parcial de parte do curso do rio.

A diversidade e a ecologia dos crustáceos braquiúros, principais representantes no ecossistema manguezal, mostram alterações sensíveis quando sujeitos aos impactos ambientais, sendo, assim, importantes bioindicadores de qualidade ambiental. Confirmando tal característica, verificou-se, para Mamucabas, uma redução dos índices ecológicos, particularmente na diversidade e na riqueza de espécies. As espécies típicas de manguezal *Acantholobulus bermudensis*, *Austinixa leptodactyla*, *Callinectes exasperatus*, *Hexapanopeus caribbaeus* e *Uca maracoani* não foram encontradas no manguezal do Mamucabas. Comparando os resultados obtidos com aqueles disponíveis para outros manguezais, nota-se que, em ambos os estuários estudados, a diversidade pode ser considerada média, estando dentro do esperado para o Nordeste brasileiro.

A comparação das espécies mais abundantes nas áreas estudadas também evidenciou alterações sensíveis para o manguezal de Mamucabas. Como exemplo, podemos citar o caso de *U. thayeri*, que, neste manguezal, apresentou maturidade sexual com tamanhos pouco superiores aos do Ariquindá, indicando que a população em Mamucabas esteja se beneficiando da maior disponibilidade de matéria orgânica oriunda da poluição (Araújo *et al.*, 2012a). Na espécie *U. cordatus*, o fator de condição também foi significativamente menor em Mamucabas, indicando menor saúde para os exemplares desse estuário (Araújo *et al.*, 2012b).

Algumas das espécies coletadas no presente estudo apresentam importância econômica, sendo utilizadas na alimentação (p. ex., *Callinectes danae*, *C. exasperatus*, *Goniopsis cruentata* e *Ucides cordatus*), enquanto as demais espécies, ainda que com ausência de importância econômica, apresentam relevância ecológica, participando na teia trófica dos manguezais. Tan & Ng (1994) sugeriram que a manutenção da diversidade de caranguejos é importante para a saúde dos manguezais. Portanto, torna-se fundamental o estabelecimento de um plano de manejo nos dois estuários, assim como a contenção dos impactos ambientais, em especial em Mamucabas.

Todos os resultados indicam que o manguezal de Mamucabas apresenta algum impacto. No entanto, os

dados sugerem que eles ainda são leves e estão atuando há pouco tempo, indicando que a situação do manguezal de Mamucabas não é grave. Entretanto, esse estuário ainda é considerado por muitos autores como não impactado, o que o presente estudo demonstra também ser incorreto, ressaltando a importância da mitigação dos impactos existentes. Para tal, propõe-se aqui as seguintes medidas, para ambos os estuários, em especial para o do Rio Mamucabas:

- Maior controle das construções imobiliárias irregulares no entorno do manguezal pela Prefeitura de Tamandaré, Governo do Estado de Pernambuco (Secretarias de Infraestrutura e do Meio Ambiente) e órgãos estaduais competentes (p. ex., CPRH), com o estabelecimento de multas ou outras punições aos que fizerem a supressão da vegetação, protegida por vários instrumentos legais, tanto federais quanto estaduais;
- Intensificação da coleta seletiva, reciclagem e compostagem de resíduos sólidos descartados no manguezal, por meio de ações conjuntas envolvendo o CPRH, o IBAMA, a Secretaria do Meio Ambiente e projetos ambientais da Prefeitura de Tamandaré (PE) (p. ex., Programa Agente Jovem Ambiental), além do estabelecimento de multas ou outras punições àqueles que despejarem esses dejetos na área em questão; e
- Criação de planos de manejo e sustentabilidade em áreas de manguezal, tendo em vista sua importância ecológica e econômica, com foco em espécies como *Ucides cordatus*, *Goniopsis cruentata* e de espécies do gênero *Callinectes*, que têm sido exploradas inadvertidamente, de maneira descontrolada e insustentável, em vários manguezais do Estado de Pernambuco. Entre as ações está o desenvolvimento de estudos que visem estabelecer os tamanhos mínimos de captura, intensificação da fiscalização durante o período de defeso de *U. cordatus*, entre outras.

Além disso, nove espécies foram registradas pela primeira vez para a região de Tamandaré (PE), o que ressalta a importância dos estudos de diversidade. Esses estudos, associados às medidas de proteção anteriormente propostas, são importantes, se considerarmos que os crustáceos participam da teia trófica de diversos animais, entre eles o homem, com vistas à manutenção da diversidade de caranguejos, considerada importante para a saúde dos manguezais.

Agradecimentos

A primeira autora é grata à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoa-mento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa que tornou possível a sua dedicação ao doutorado. A terceira autora é grata ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão da bolsa que tornou possível a sua dedicação ao DCR. Os autores são gratos ao PPGO/UFPE (Progra-ma de Pós-Graduação em Oceanografia), em especial aos Doutores Jesser Fidelis e Aline Barreto, pelas sugestões no manuscrito; às Dr[as] Cristiane Farrapeira, UFRPE, e Tereza Calado, UFAL, igual-mente pelas sugestões no manuscrito. À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio financeiro (APQ: 0108-2.04/07). A Adriano Martins, pelo auxílio durante as coletas de campo. Todas as amostragens do estudo foram realizadas de acordo com as leis federais e estaduais aplicáveis (ICMBio 14340-1).

Referências bibliográficas

Abele, L.G. (1974) - Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. *Ecology* (ISSN: 0012-9658), 55(1):156-161, Ecological Society of America, Washington, DC, U.S.A. Article Stable URL: http://www.jstor.org/stable/1934629

Almeida, A.O.; Coelho, P.A.; Santos, J.T.A.; Ferraz, N.R. (2006) - Crustáceos decápodos estuarinos de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Biota Neotropica* (ISSN: 1676-0603), 6(2):24p, FAPESP, São Paulo, SP, Brasil.

Araújo, M.S.L.C.; Calado, T.C.S. (2008) - Bioecologia do caranguejo-Uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus) no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada,* 8(2):169-181. DOI: 10.5894/rgci141

Araújo, M.S.L.C.; Castiglioni, D.S.; Coelho, P.A. (2012b) - Width-weight relationship and condition factor of Ucides cordatus (Crustacea, Decapoda, Ucididae) at tropical mangroves of Northeast Brazil. *Iheringia Série Zoologia* (ISSN: 0073-4721), 102:277-284, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível on-line em http://www.scielo.br/pdf/isz/v102n3/v102n3a05.pdf

Araújo, M.S.L.C.; Coelho, P.A.; Castiglioni, D.S. (2012a) - Relative growth and determination of morphological sexual maturity of the fiddler crab Uca thayeri Rathbun (Crustacea, Ocypodidae) in two mangrove areas from Brazilian tropical coast. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* (ISSN: 1809-9009), 7(3):156-170, Rio Claro, SP, Brasil. Disponível on-line em http://www.panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_7(3)_156-170.pdf

Araújo, M.S.L.C.; Negromonte, A.O.; Barreto, A.V.; Alves-Junior, F.A. (2011) - Os siris (Crustacea; Brachyura; Portunidae) do Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. *Anais do I CONABIO / IV SIMCBIO*, 1:563-572, UNICAP, Recife, PE, Brasil.

Ashton, C.A.; Hogarth, P.J.; Macintosh, D.J. (2003) - A comparison of brachyuran crab community structure at four mangrove locations under different management systems along the Melaka Straits-Andaman Sea coast of Malaysia and Thailand. *Estuaries,* 26(6):1461-1471. DOI: 10.1007/BF02803654

Aveline, L.C. (1980) - Fauna de manguezais brasileiros. *Revista Brasileira de Geografia* (ISSN: 0034-723x), 42(2):786-821, IBGE, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Bedê, L.M.; Oshiro, L.M.Y.; Mendes, L.M.D.; Silva, A.A. (2008) - Comparison of the population structure of the species of *Uca* (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) in the mangrove of Itacuruçá, Rio Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* (ISSN: 0101-8175), 25(4):601-607, Sociedade Brasileira de Zoologia, Curitiba, PR, Brasil. Disponível on-line em http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v25n4/04.pdf

Bertini, G.; Fransozo, A.; Melo, G.A.S. (2004) - Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13(12):2185-2207. DOI: 10.1023/B:BIOC.0000047900.96123.34

Bezerra, L.E.A.; Dias, C.B.; Moraes, J. O.; Matthews-Cascon, H. (no prelo) - Distribuição espacial do caranguejo *Uca maracoani* (Latreile, 1802-1803) (Brachyura: Ocypodidae) em três manguezais do Nordeste do Brasil. *Revista de Gerenciamento Costeiro Integrado* (ISSN: 1677-4841), Número especial 2, Manguezais do Brasil, Itajaí, SC, Brasil.

Boschi, E.E. (2000) - Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* (ISSN: 0325-6375), 13:7-136, INIDEP, Mar del Plata, Argentina. Disponível on-line em http://www.oceandocs.net/bitstream/1834/2606/1/Rev Invest INIDEP 13.pdf

Botto, F.; Iribarne, O. (2000) - Contrasting effect of two burrowing crabs (*Chasmagnathus granulata* and *Uca uruguayensis*) on sediment composition and transport in estuarine environments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51(2):141-151. DOI: 10.1006/ecss.2000.0642

Branco, J.O. (1990) - Aspectos ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) no manguezal do Itacorubi, SC-Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* (ISSN: 0101-8175), 7(1):165-179, Sociedade Brasileira de Zoologia, Curitiba, PR, Brasil. Disponível on-line em http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v7n1-2/v7n1,2a16.pdf

Branco, J.O.; Freitas-Júnior, F.; Fracasso, H.A.A.; Barbieri, E. (2011) - Biodiversidade no estuário do Saco da Fazenda, Itajaí-SC. *O Mundo da Saúde* (ISSN: 1980-3990), 35:31-41, Centro Universitário São Camilo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/artigos/biodiversidade_estuario_saco_fazenda_itajai.pdf

Burggren, W.W.; McMahon, B.R. (1988) - *Biology of the land crabs.* 479p., Cambridge University Press, Cambridge, U.K. ISBN: 978-0521112925.

Calado, T.C.; Sousa, E.C. (2003) - *Crustáceos do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas.* 116p., FAPEAL, Maceió, AL, Brasil. ISBN: 978-8589619011.

Calder, D.R.; Maÿal, E.M. (1998) - Dry season distribution of hydroids in a small tropical estuary, Pernambuco, Brazil. *Zoologische Verhandelingen* (ISSN: 0024-1652), 323:69-78, Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden, Holanda. Disponível on-line em http://dare.uva.nl/cgi/arno/show.cgi?fid=148902

Carmo, T.M.S. (1987) - Os manguezais ao Norte da Baía de Vitória, Espírito Santo. *Publicações ACIESP*, 54(1):173-194, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Carvalho, F.L.; Couto, E.C.G. (2011) - Environmental variables influencing the *Callinectes* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) species distribution in a tropical estuary-Cachoeira River (Bahia, Brazil). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,* 91(4):793-800. DOI: 10.1017/S0025315410001700

Castiglioni, D.S.; Almeida, A.O.; Bezerra, L.E.A. (2011) - More common than reported: range extension, size–frequency and sex-ratio of *Uca (Minuca) victoriana* (Crustacea: Ocypodidae) in tropical mangroves, Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 3(e94):8p. DOI: 10.1017/S1755267210000874

Castiglioni, D.S.; Silva-Castiglioni, D.; Oliveira, P.J.A. (2013) - Biologia reprodutiva de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ucididae) em duas áreas de manguezal do litoral sul do Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 13(4):433-444. DOI: 10.5894/rgci400

Clarke, K.R. (1993) - Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* (ISSN: 0307-692X), 18:117-143, Ecological Society of Australia, Windsor, Austrália. Disponível on-line em http://stat.wvu.edu/~gmerovic/WMAN633_Clarke_1993.pdf

Cobo, V.J.; Fransozo, A.; Mantelatto, F.L.M.; Pinheiro, M.A.A.; Santos, S.; Góes, J.M. (1993) - Composição dos braquiúros (Crustacea, Decapoda) no manguezal formado pelos rios Comprido e Escuro, Ubatura, SP. *Publicações ACIESP*, 87(1):146-150, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Coelho-Filho, P.A.; Coelho, P.A. (1997) - Estudo sobre a família Eriphiidae no Brasil (Crustacea - Decapoda - Brachyura). *Trabalhos Oceanográficos da UFPE*, 25:195-203, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em http://www.revista.ufpe.br/tropicaloceanography/artigos_completos_resumos_t_d/25_1997_coelho_filho.pdf

Coelho-Santos, M.A.; Coelho, P.A. (2001) - Crustacea Decapoda of the Paripe river estuary, Pernambuco, Brazil. *Hydrobiologia*, 449(1-3):77-79. DOI: 10.1023/A:1017536902549

Coelho, P.A. (1963/64) - Distribuição dos crustáceos decápodos na área de Barra das Jangadas. *Trabalhos do Instituto Oceanográfico da UFPE* (ISSN: 1679-3013), 5/6:159-173, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em http://www.revista.ufpe.br/tropicaloceanography/artigos_completos_resumos_t_d/5_6_1966_coelho 3..pdf

Coelho, P.A. (1965/66) - Os crustáceos decápodos de alguns manguezais de Pernambuco. *Trabalhos do Instituto Oceanográfico da UFPE* (ISSN: 1679-3013), 7/8: 71-90, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em http://www.revista.ufpe.br/tropicaloceanography/artigos_completos_resumos_t_d/7_8_1965_1966_coelho_2.pdf

Coelho, P.A.; Coelho-Santos, M.A. (1990) - Crustáceos decápodos e estomatópodos do rio Paripe, Itamaracá-PE. *Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia*, 3:43-61, Sociedade Nordestina de Zoologia, Maceió, AL, Brasil.

Coelho, P.A.; Ramos-Porto, M. (1995) - Crustáceos da região de Tamandaré, Estado de Pernambuco, Brasil. *Boletim Técnico Científico do CEPENE* (ISSN: 0104-6411), 3(1):56-80, CEPENE, Tamandaré, PE, Brasil. Disponível on-line em http://www4.icmbio.gov.br/cepene/modulos/boletim/visualiza.php?id_arq=14

Coelho, P.A.; Ramos, M.A. (1972) - A constituição e a distribuição da fauna de decápodos do litoral leste da América do Sul entre as latitudes 5o N e 39o S. *Trabalhos Oceanográficos da UFPE*, 13:133-236, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em http://www.revista.ufpe.br/tropicaloceanography/artigos_completos_resumos_t_d/13_1972_coelho_3.pdf

Colpo, K.D.; Chacur, M.M.; Guimarães, F.J.; Negreiros-Fransozo, M.L. (2011) - Subtropical Brazilian mangroves as a refuge of crab (Decapoda: Brachyura) diversity. *Biodiversity Conservation*, 20(13):3239-3250. DOI: 10.1007/s10531-011-0125-x

CPRH. (1999) - *Diagnóstico sócio-ambiental e ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Litoral sul de Pernambuco*. 91p. Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/GERCO, Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em http://www.cprh.pe.gov.br/central_servicos/centro_documentacao_informacao_ambiental/central_downloads/39749;34001;020709;0;0.asp

CPRH. (2001) - *Diagnóstico Sócio-Ambiental do litoral norte de Pernambuco.* 211p, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/GERCO, Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em

http://www.cprh.pe.gov.br/central_servicos/centro_documentacao_informacao_ambiental/central_downloads/39749;34001;020709;0;0.asp

Crane, J. (1975) - *Fiddler crabs of the world. Ocypodidae: genus Uca.* 736p., Princeton University Press, New Jersey, EUA. ISBN: 978-0691081021.

Ferreira, A.C.; Pimenta, H.C.D. (2005) - Recuperação e valorização das nascentes do Rio Jaguaribe em Natal/RN. *Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental,* 13p., Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/IV-058.pdf

Ferreira, A.C.; Sankarankutty, C. (2002) - Estuarine carcinofauna (Decapoda) of Rio Grande do Norte, Brazil. *Nauplius* (ISSN 0104-6497), 10(2):121-129, Sociedade Brasileira de Carcinologia, Cruz das Almas, BA, Brasil. Disponível on-line em http://www.crustacea.org.br/wp-content/uploads/2014/02/nauplius-v10n2a04.FerreiraSankarankutty.pdf

Grego, C.K.S.; Feitosa, F.A.N.; Silva, M.H.; Cunha, M.G.G.S.; Nascimento-Filho, G.A. (2009) - Fitoplâncton do ecossistema estuarino do Rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. *Atlântica* (ISSN: 2236-7586), 31(2):183-198, FURG, Rio Grande, RS, Brasil. Disponível on-line em http://www.seer.furg.br/atlantica/article/viewFile/1544/682

IBAMA. (1989) - *Unidades de conservação do Brasil. Parques Nacionais e Reservas Biológicas.* pp.151-153., Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, DF, Brasil.

Jones, D.A. (1984) - Crabs of the mangal ecosystem. *In*: F. D. Por & I. Dor (org.), *Hydrobiology of the mangal,* pp.89-109, W. Junk Publishers, Boston, MA, U.S.A. ISBN: 978-9061937715.

Kristensen, E.; Alongi, D.M. (2006) - Control by fiddler crabs (*Uca vocans*) and plant roots (*Avicennia marina*) on carbon, iron and sulfur biogeochemistry in mangrove sediment. *Limnology and Oceanography* (ISSN: 0024-3590), 51:1557-1571, ASLO, Waco, TX, EUA. Disponível on-line em http://aslo.org/lo/toc/vol_51/issue_4/1557.pdf

Kristensen, K. (2008) - Mangrove crabs as ecossystems engineers; with emphasis on sediment process. *Journal of Sea Research* (ISSN: 1385-1101), 59:30-43, NIOZ Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel, Holanda. Disponível on-line em http://www.researchgate.net/publication/222563452_Mangrove_crabs_as_ecosystem_engineers_with_emphasis_on_sediment_processes/file/d912f51275c19d555d.pdf

Laegdsgaard, P.; Johnson, C.R. (1995) - Mangrove habitats as nurseries: unique assemblages of juvenile fish in subtropical mangroves in eastern Australia. *Marine Ecology Progress Series* (ISSN: 0171-8630), 126:67-81, John Wiley & Sons, Oldendorf, Alemanha. Disponível on-line em http://eprints.utas.edu.au/1262/1/laegdsgaard-johnson.pdf

Macintosh, D.J. (1984) - Ecology and productivity of Malaysian mangrove crab populations (Decapoda: Brachyura). *Proceedings of the Asian Symposium on Mangrove Environment - Research and Management,* 354-377, Universiti Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.

Macintosh, D.J.; Ashton, E.C.; Havanon, S. (2002) - Mangrove rehabilitation and intertidal biodiversity: a study in the Ranong mangrove ecosystem, Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55(3):331-345. DOI: 10.1006/ecss.2001.0896

Maida, M.; Ferreira, B.P. (1997) - Coral reefs of Brazil: an overview. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, 1:263-274. ISBN: 978-0935868906.

Margalef, R. (1958) - Information theory in ecology. *Society for General Systems Research* (ISSN: 0072-0798), 3:36-71, International Society for the Systems Sciences, Pocklington, Reino Unido.

Margalef, R. (1963) - On certain unifying principles in ecology. *American Naturalist* (ISSN: 0003-0147), 97:357-374, American Society of Naturalists, Chicago, EUA. Article Stable URL: http://www.jstor.org/stable/2459227

Masunari, S.; Dissenha, N. (2005) - Alometria no crescimento de *Uca mordax* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* (ISSN: 0101-8175), 22(4):984-990, Sociedade Brasileira de Zoologia, Curitiba, PR, Brasil. Disponível on-line em http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v22n4/a26v22n4.pdf

Melo, G.A.S. (1996) - *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos, siris) do litoral brasileiro.* 604p., Plêiade / FAPESP, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 978-8515025909.

Nagelkerken, I.; Blaber, S.J.M.; Bouillon, S.; Green, P.; Haywood, M.; Kirton, L.G.; Meynecke, J.O.; Pawlik, J.; Penrose, H.M.; Sasekumar, A.; Somerfield, P.J. (2008) - The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. *Aquatic Botany* (ISSN: 0304-3770), 89:155-185, Elsevier, Amsterdã, Holanda. Disponível on-line em https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/203707/1/Nagelkerken_et_al_2008.pdf

Ng, P.K.L.; Guinot, D.; Davie, P.J.F. (2008) - Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyurans crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology* (ISSN: 0217-2445), 17:1-286, Lee Kong Chian Natural History Museum, Singapura, Singapura. Disponível on-line em http://www.vliz.be/imisdocs/publications/133883.pdf

Oliveira, L.P.H. (1939) - Contribuição ao conhecimento dos crustáceos do Rio de Janeiro. Gênero *Uca* (Decapoda: Ocypodidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* (ISSN: 0074-0276), 34(1):115-148, Instituto Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em http://www.scielo.br/pdf/mioc/v34n1/tomo34(f1)_115-148.pdf

Oshiro, L.M.Y.; Silva, R.; Silva, Z.S. (1998) - Composição da fauna de braquiúros (Crustacea; Decapoda) dos manguezais da Baía de Sepetiba-RJ. *Nauplius* (ISSN: 0104-6497),, 6:31-40, Sociedade Brasileira de Carcinologia, Cruz das Almas, BA, Brasil. Disponível on-line em http://www.crustacea.org.br/wp-content/uploads/2014/02/nauplius-v06n1a05.Oshiro.et_.al_.pdf

Pielou, E.C. (1969) - *An introduction to mathematical ecology.* 286p., Wiley Interscience, New York, NY, U.S.A. ISBN: 0471689181.

Rodrigues, A.M.T.; Pereira, M.T.; Wegner, P.Z.; Branco, J.O.; Clezar, L.; Silva, M.H.; Sierra, E.J.S. (1994) - *Manguezal do Rio Camboriú: preservação e controle da qualidade ambiental.* 65p., IBAMA/CEPSUL, Itajaí, SC, Brasil.

Santos, M.C.F.; Botelho, E.R.O.; Ivo, C.T.C. (2001) - Biologia populacional e manejo da pesca de aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no litoral Sul de Pernambuco-Brasil. *Boletim Técnico Científico do CEPENE* (ISSN: 0104-6411), 9(1):87-123, CEPENE, Tamandaré, PE, Brasil. Disponível on-line em http://www4.icmbio.gov.br/cepene/index.php?id_menu=51&arquivo=modulos/boletim/res.php&id_arq=72

Schaeffer-Novelli, Y. (ed.) (1995) - *Manguezal, ecossistema entre a terra e o mar*. 64p., Caribbean Ecological Research, São Paulo, SP, Brasil.

Schaeffer-Novelli, Y. (1999) - *Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum*. 119p., PRONABIO/PROBIO, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em http://www.anp.gov.br/brnd/round5/round5/guias/perfuracao/5round/refere/manguezal_marisma_apicum.pdf

Schubart, C.D.; Neigel, J.E.; Felder, D.L. (2000) - Molecular phylogeny of mud crabs (Brachyura: Panopeidae) from the

northwestern Atlantic and the role of morphological stasis and convergence. *Marine Biology* (ISSN: 1432-1793), 137(1): 11-18, Springer, Kiel, Alemanha. Disponível on-line em http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_III/Zoologie/Heinze/Staff/ChristophSchubart/pdf/MarBiol-2000.pdf

Shannon, C.E. (1948) - A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* (ISSN: 1538-7305), 27:379-423, American Telephone and Telegraph Co., Nova Iorque, NY, U.S.A. Disponível on-line em http://www.enseignement.polytechnique.fr/informatique/profs/Nicolas.Sendrier/X02/TI/shannon.pdf

Simpson, E.H. (1949) - Measurement of diversity. *Nature,* 163(4148):688. DOI: 10.1038/163688a0

Simpson, G.G. (1964) - Species density of North American recent mammals. *Systematic Zoology* (ISSN: 0039-7989), Oxford University Press, Oxford, Reino Unido, 13:57-73. Disponível on-line em http://biology.unm.edu/jhbrown/Documents/511 Readings/Simpson1964.pdf

Tan, C.G.; Ng, P.K. (1994) - An annotated checklist of mangrove brachyuran crabs from Malaysia and Singapore. *Hydrobiologia*, 285(1):75-84. DOI: 10.1007/BF00005655

Thurman, C.L. (1987) - Fiddler Crabs (Genus *Uca*) of Eastern Mexico (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana* (ISSN: 0011-216x), 53(1):94-105, Brill, Bedfordshire, Reino Unido. Disponível on-line em http://www.jstor.org/stable/20104280

Thurman, C.L. (2002) - Osmoregulation in six sympatric fiddler crabs (genus *Uca*) from the Northwestern Gulf of Mexico. *Marine Ecology,* 23(4):269-284. DOI: 10.1046/j.1439-0485.2002.02785.x

Vergara-Filho, W.L.; Alves, J.R.P. (1994) - Composição e distribuição dos caranguejos (Crustacea, Decapoda, Brachyura) em manguezais impactados da Baía da Guanabara. II-Manguezal do rio Iguaçú, Duque de Caxias, Rio de Janeiro. *Publicações da ACIESP,* 87(1):151-156, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

von Hagen, H.O. (1982) - Visual and acoustic display in *Uca mordax* and *U. burgersi*, sibling species of neotropical fiddler crabs. I. Waving display. *Behaviour* (ISSN: 0005-7959), 83(3):229-250, Brill, Atlanta, GA, EUA. Disponível on-line em http://www.jstor.org/stable/4534228

von Prahl, H.; Cantera, J.R. & Contreras, R. (1990) - *Manglares y hombres del Pacífico Colombiano*. 193p., Folio Ltd., Santafé de Bogotá, Colombia, ISBN: 9589129099.

Zar, J.H. (1996) - *Biostatistical analysis*. 663p., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, EUA. ISBN: 013081542X.

O artigo "Diversidade e distribuição dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, litoral sul de Pernambuco, Brasil", de Araújo *et al.* (2014), tem informação de suporte disponível on-line em http://www.aprh.pt/rgci/rgci-493_Araujo_SuplMat

This article contains supporting information online at http://www.aprh.pt/rgci/rgci-493_Araujo_SuplMat

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-503_Jacomel.pdf | DOI:10.5894/rgci503

Produção sustentável e controlada de ostras: ações em Santa Catarina (Brasil) rumo aos padrões internacionais de comercialização *

Sustainable and controlled production of oysters: actions in Santa Catarina (Brazil) towards international standards of merchantability

Bruno Jacomel [1]; Lucila Maria de Souza Campos[@, 1]

RESUMO

Santa Catarina posiciona-se atualmente como o segundo maior polo produtor de moluscos bivalves da América Latina. Além disso, o estado é responsável por 95% da produção nacional de moluscos bivalves. Dada a crescente importância conquistada pelo setor, este artigo tem o objetivo de analisar as ações em Santa Catarina que visam alcançar os padrões internacionais de controle, qualidade e segurança alimentar. Para tanto, foram analisados artigos publicados em revistas conceituadas, manuais, documentos técnicos e os requisitos legais previstos tanto na legislação nacional quanto internacional de comercialização de moluscos bivalves. Entre estas ações destaca-se o Plano Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves, o PNCMB, criado em 2012. A análise proposta neste artigo foi feita por meio dos dados de 15 meses relativos aos parâmetros ambientais das águas de cultivo do estado, fornecidos pela CIDASC, órgão responsável pelo monitoramento. Com isso, pôde-se analisar o *status* da atividade frente aos embargos comerciais ainda existentes para o seu desenvolvimento. Os achados da pesquisa apontam as localidades mais aptas para o desenvolvimento da atividade em Santa Catarina, suas potencialidades e necessidades em relação às exigências necessárias para efetivar-se o comércio internacional de produtos derivados do cultivo de moluscos bivalves.

Palavras-chave: Moluscos, *Crassostrea gigas*, Controle Sanitário.

ABSTRACT

Santa Catarina state, located in the southern region of Brazil, currently ranks as the second largest production hub of bivalve molluscs in Latin America. In addition, the state is responsible for 95% of the national production of bivalve molluscs. Given the increasing importance gained by industry, this article aims to analyse the actions in Santa Catarina aimed at achieving international standards of control, food quality and safety. For this purpose, were analyzed articles published in reputable journals, manuals, technical documents and Legal requirements set out in both, the national and international legislation of bivalve molluscs. Among these actions, is highlighted the National Hygienic-Sanitary Shellfish Control Plan, PNCMB, created in 2012. The analysis presented in this article was taken through data (15 months) of the environmental parameters of the cultivation waters in the state, provided by CIDASC, the entity responsible for monitoring. With this, could be assessed the current situation of mollusc farming environments in the state their development and trade embargoes. The research findings suggest the most suitable areas for the development of producing molluscs in Santa Catarina, its potential and needs regarding the requirements necessary to carry up international trade in products derived from the cultivation of bivalve molluscs.

Keywords: Molluscs, *Crassostrea gigas*, Sanitary Control.

[@] corresponding author

[1] Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro Tecnológico (CTC), Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), Campus Universitário, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil. e-mails: Jacomel <bjacomel@gmail.com>; Campos <lucila.campos@ufsc.br>

* *Submission: 3 APR 2014; Peer review: 28 APR 2014; Revised: 3 JUL 2014; Accepted: 28 AUG 2014; Available on-line: 16 SEP 2014*

1. Introdução

A aquicultura compreende a criação e o cultivo de organismos em ambiente aquático controlado, mediante técnicas específicas (Pyllay, 1996). Em seu último relatório, a FAO (2012) sinalizou a atividade como uma grande promessa para suprir a crescente demanda por fontes saudáveis de proteína (McCausland *et al*., 2006; FAO, 2012; Soniat *et al*., 2012; Tiller *et al*., 2013). Uma demonstração disso é o crescimento consistente da atividade, que registrou uma média de crescimento nas últimas três décadas de 8,8% ao ano (FAO, 2012).

Em termos financeiros, a atividade de aquicultura movimentou, no ano de 2010, US$ 119 bilhões de dólares, o que equivale a cerca de 60 milhões de toneladas e representa quase 40% da produção mundial de pescados para o consumo humano (FAO, 2012). Neste contexto, a produção de moluscos bivalves, como é o caso do cultivo da ostra do Pacífico [*Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)], é responsável por cerca de 40% da produção da aquicultura marinha mundial que não utiliza o fornecimento de alimento (FAO, 2012). Estudos relativos a participação da atividade pesqueira e de aquicultura no cenário mundial (Tacon & Forster, 2001; Troell, 2003; FAO, 2012; MPA, 2013) preveem um aumento exponencial da produção via aquicultura para os próximos anos, o que aumentará, também, a parcela de participação da atividade, que hoje já representa cerca de 50% do total comercializado no mundo (FAO, 2012).

O Brasil é o segundo maior produtor de moluscos bivalves da América Latina (MPA, 2013), marca esta fruto do desenvolvimento da atividade de aquicultura, que passou por avanços consideráveis somente nos últimos 10 anos. Foi neste período em que anseios históricos e respostas dignas foram concedidas aos produtores de moluscos bivalves de todo país, quando da criação e estruturação de uma Secretaria de Aquicultura e Pesca (SEAP/PR), primeiro órgão desenvolvimentista do setor e que, devido a importância da causa, levou à posterior criação do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), ambos com o objetivo de fomentar e desenvolver políticas voltadas ao setor pesqueiro e da aquicultura (MPA, 2013).

Com o objetivo de organizar o conhecimento existente sobre a gestão de longo prazo para o desenvolvimento do setor produtivo da malacocultura (cultivo de moluscos), mais precisamente para a produção de ostras de Santa Catarina, para o presente artigo elaborou-se uma busca em diversas fontes de dados e literatura disponível *online*, abordando todos os tópicos que se relacionam com a origem e operação do Plano Nacional de Controle Higiênico-Sanitário para os Moluscos Bivalves – PNCMB. Para isso foram levantadas todas as leis, decretos, normas e instruções normativas pertinentes ao escopo da pesquisa, assim como feitas as descrições e detalhamento das doenças passíveis de controle pelo monitoramento utilizado no programa. Investigaram-se, também, quais são os parâmetros e micro-organismos regulamentados em lei para o monitoramento e detalharam-se esses limites amostrais encarados no processo de controle sanitário.

Através do histórico de monitoramentos do PNCMB, foi Possivel, então, elaborar uma discussão sobre o *status* das áreas de cultivo de Santa Catarina em relação às normas internacionais de comercialização de moluscos bivalves. Este diálogo possui em seu ente, caráter estratégico para o setor, visto que o Brasil ainda não está apto a exportar moluscos bivalves, já que não se enquadra nos moldes internacionais de segurança e qualidade alimentar requeridos (MPA, 2013).

O artigo está estruturado em mais 4 tópicos, além da introdução. O próximo tópico, enquadramento teórico apresenta os fundamentos teóricos necessários para o entendimento das discussões posteriores do artigo, sendo eles, a situação da ostreicultura brasileira, a legislação na ostreicultura e informações sobre o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário dos Moluscos Bivalves. O item seguinte trata dos materiais e métodos. O quarto tópico apresenta e discute os resultados da pesquisa e finalmente o quinto tópico apresenta as conclusões do artigo.

2. Enquadramento teórico

2.1. A Situação da Ostreicultura Brasileira

Com um litoral de mais de oito mil quilômetros de linha de costa e possuidor de 12% de toda a reserva de água doce do planeta, o Brasil exibe um enorme potencial para o desenvolvimento da atividade de aquicultura em todo o seu território. Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), o consumo médio de pescados recomendado para a manutenção correta da saúde é de 12kg habitante/ano. O Brasil ainda não alcançou este patamar, embora tenha registrado, no ano de 2009, a média de 9kg habitante/ano, sendo que a meta governamental para esta marca era esperada somente para o ano de 2011. Logo, ações para o estímulo ao consumo de pescados, assim como para o aumento gradativo do setor produtivo e extrativista vêm sendo elaborados (MPA, 2013).

Em uma esfera nacional, a produção de pescados vem sofrendo grandes transformações ao longo dos últimos 30 anos. Neste contexto podem-se citar algumas iniciativas, como a criação da SEAP/PR (Secretaria da Aquicultura e Pesca / Presidência da República), ocorrida em 2003, e a resolução IN n.^{0} 6, que garante a Cessão de águas da União para atividades produtivas

como a aquicultura. Tais iniciativas serviram como importantes gatilhos para a alavancagem produtiva, fomento e criação de políticas voltadas ao setor pesqueiro no conjunto de seus anseios. A própria criação do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), ocorrida em 2009, ajudou ainda mais a organizar o setor pesqueiro e de aquicultura com uma nova política de gestão e ordenamento do setor, mantendo o compromisso com a sustentabilidade ambiental no uso dos recursos pesqueiros.

Em uma análise levando-se em conta as regiões brasileiras produtoras de pescados, a região Nordeste é atualmente a maior produtora de pescados (MPA, 2013). Isto muito se deve ao aumento da produção de peixes nativos e camarão naquela região. Já a região sul, que está em segundo lugar, é caracterizada principalmente pela produção de peixes de água doce e de moluscos. Uma vez dentro das características produtivas da região Sul, tem-se a grande representatividade da produção de moluscos bivalves. No caso específico do estado de Santa Catarina, que é responsável por cerca de 95% da produção nacional de moluscos bivalves para o comércio, pode-se destacar o cultivo de algumas espécies que foram selecionadas ao longo dos anos por suas características fisiológicas de crescimento e adaptativas ao clima dessa região, possibilitando sua produção em escala comercial.

Esta seleção levou à escolha da ostra Crassostrea gigas, também conhecida como ostra japonesa ou ostra do Pacífico. Neste setor, o estado de Santa Catarina emerge como o principal produtor nacional na atualidade. Levantamentos realizados no estado no ano de 2012, registraram uma produção de 2.468 toneladas de ostras (C. gigas), 13.753 toneladas de mexilhões (Perna perna) e 5,6 toneladas de vieiras (Nodipecten nodosus) (Santos, 2013). Diante da importância que o estado de Santa Catarina tem em termos de produção de moluscos bivalves, fazem-se necessárias ações que prezem pela manutenção a longo prazo desta atividade, visto que quando mal gerido, o cultivo destes organismos pode afetar o meio ambiente (Goni, 1998; Humphrey, 2000; Cicin-Sain & Belfiore, 2005; ICES, 2009; Rangeley & Davies, 2012). Além disso, a utilização dos recursos naturais disponíveis é simultaneamente, em muitos casos, compartilhada por vários cultivos, atividades e stakeholders (parte interessada ou interveniente) (Buanes *et al.,* 2005; Thorpe *et al.,* 2005; Tiller *et al.,* 2013), fazendo com que a preocupação sobre o correto andamento dos métodos mitigatórios dos impactos ambientais e sociais gerados pelos cultivos sejam cada vez mais incorporados ao desenvolvimento das comunidades que se utilizam da produção de moluscos bivalves para subsistência (Vianna *et al.,* 2012).

2.2. A Situação da Ostreicultura Brasileira

As leis que regem o setor da aquicultura, mais precisamente o ramo da produção de moluscos bivalves, como é o caso da ostreicultura, são de origem recente. Também por isso, o ordenamento da atividade, entre outros temas básicos para se estruturar um setor produtivo, ainda está em seu período de amadurecimento. Isto dificulta, em parte, a realização de prognósticos eficientes sobre os entraves e gargalos para o desenvolvimento sustentável da atividade.

A própria criação do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) remete a não mais que quatro anos atrás, mais precisamente a 29 de julho de 2009, quando foi sancionada a Lei nº 11.958 pelo então presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva. Alternativamente, os trabalhos para a estruturação do setor já vinham sendo realizados pela Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca (SEAP/PR), entidade criada em 1º de janeiro de 2003. Este órgão, por sua vez, foi o primeiro oficial do setor e responsável por fomentar e desenvolver políticas voltadas ao setor pesqueiro (MPA, 2013). Ainda hoje é um órgão ligado à presidência da república e criado através da Lei nº 10.683 (MPA, 2013).

Outro momento importante foi a 2º Conferência Nacional de Aquicultura e Pesca, promovida pela SEAP/PR e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento da Aquicultura e Pesca (CONAPE) em 2006. Com o tema "Consolidação da Política Nacional de Aquicultura e Pesca", este encontro promoveu mudanças no paradigma da atividade. Entre suas resoluções, foi aprovada a proposta de centralização de todas as competências relativas ao desenvolvimento do setor em um único órgão de governo e a transformação da SEAP/PR em Ministério (MPA, 2013).

Dando sequência ao esqueleto legislativo sobre as iniciativas em prol do desenvolvimento sustentável e da padronização dos processos produtivos nas atividades relacionadas à produção de moluscos bivalves, este artigo incluiu em seu escopo a seleção dos regulamentos, tanto por parte das entidades regulatórias do Brasil como da União Europeia. A escolha deste conglomerado de países se deu pela importância em termos de mercado consumidor, uma vez que a UE constitui um dos maiores importadores de pescados no mundo. Para isso foi elaborada a tabela abaixo (Tabela 1), que pretende abranger as principais iniciativas legislativas atuais que visam este desenvolvimento para a atividade no Brasil.Dentre as normativas discriminadas na tabela 1 como pertinentes ao desenvolvimento sustentável ordenado e padronizado pretendido pelos órgãos governamentais e setor privado, destaca-se a criação do Plano Local de Desenvolvimento da Maricultura, o PLDM, iniciado em 2003 pelo Decreto

Tabela 1 - Normativas referentes ao projeto de padronização da produção de moluscos de Santa Catarina.
Table 1 - Regulations related to the project of standardization of the production of molluscs in Santa Catarina

Ano	Tipo	Descrição	Observação
2003	Lei nº 10.683, de 1 de Janeiro de 2003.	Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências.	Criação da SEAP-PR
2003	Decreto nº 4.895, de 25 de Novembro de 2003.	Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências.	Institui o ordenamento para as atividades de maricultura.
2005	Decreto nº 5.564, de 19 de Outubro de 2005.	Dispõe sobre a criação do Comitê Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves - CNCMB e dá outras providências.	Institui o CNCMB para fins de desenvolver o controle e padronização da produção brasileira de moluscos bivalves
2006	Instrução Normativa - IBAMA nº 105, de 15 de Julho de 2006.	Dispõe regras de ordenamento pesqueiro para a extração de moluscos bivalves provenientes de estoques naturais e procedimentos para a instalação de empreendimentos de Malacocultura em Aguas de domínio da União.	Institui um período de defeso da captura de moluscos bivalves do ambiente natural.
2009	Lei nº 11.958, de 26 de Junho de 2009.	Dispõe sobre a transformação da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República em Ministério da Pesca e Aquicultura entre outras providências.	Transformação da SEAP-PR em MPA
2009	Resolução CONAMA nº 413 de 26 de junho de 2009.	Dispõe sobre o licenciamento ambiental em aquicultura e dá outras providências.	Institui conceitos (ex. aquicultura, área aquícola, etc.), define procedimentos para licenciamento. Foi alterada pela Resolução nº 459/2013.
2012	Instrução Normativa Interministerial nº 3, de 3 de Abril de 2012.	Institui a Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura – RENAQUA.	Criação RENAQUA para análises das amostras feitas no CNCMB.
2012	Instrução Normativa Interministerial nº 7, de 8 de Maio de 2012.	Institui o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB), estabelece os procedimentos para a sua execução e dá outras providências.	Inicio dos trabalhos para se alcançar os padrões requeridos internacionalmente para a exportação de moluscos bivalves.
2013	Portaria nº 175, de 15 de Maio de 2013.	Acresce dispositivos à Portaria MPA n° 204, de 28 de junho de 2012.	Define valores numéricos para retirada de moluscos do mercado.

nº 4.895. A partir daí, deu-se o início da organização e gestão básica da atividade no Brasil. Santa Catarina foi o primeiro estado no país a tramitar licenças para a regularização dos parques aquícolas e áreas pretendidas ao cultivo. Apesar do início dos trabalhos relativos ao PLDM terem ocorrido há 10 anos, somente a partir de 2008 é que começaram a tramitar os pedidos de licenciamento no órgão licenciador responsável, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Com isso puderam ser efetivadas áreas constitucionais de produção de ostras, garantindo assim, entre outras coisas, a inserção da atividade nas políticas públicas de apoio à produção, como aquelas concedidas aos agricultores e pescadores.

Outro ponto que vale ser ressaltado é a deliberação da Instrução Normativa Interministerial (IN) nº 7, publicada em 8 de outubro de 2012. A partir dessa decisão efetivou-se o início das atividades de monitoramento e controle higiênico-sanitário para a atividade de produção de moluscos bivalves no Brasil. Mais uma vez, Santa Catarina foi pioneira na consolidação desta política pública, tendo como parceria a Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC, que ficou responsável pela coleta das amostras necessárias e envio das mesmas aos laboratórios licenciados. Com esta iniciativa posta em prática, a meta de equiparar a produção de moluscos bivalves aos moldes internacionais de produção ficou mais próxima, padrão muito almejado pelos produtores locais (MPA, 2013).

Traçando um paralelo entre os sistemas de desenvolvimento e controle higiênico-sanitário animal utilizados em outros países que são referência na produção de moluscos bivalves, consideramos o mercado unificado constituído pelos 28 países integrantes da União Europeia um exemplo adequado a seguir. Através da análise sobre a legislação vigente neste conglomerado, torna-se

possível identificar quais são os métodos, procedimentos e índices utilizados por um dos maiores mercados importadores de pescados e moluscos bivalves, como a ostra, atualmente.

Dentro do escopo do presente artigo, foram levantados os regulamentos em vigência naquela organização e para fins didáticos foi elaborada uma tabela (Tabela 2), a qual discrimina quais normativas constroem o atual paradigma regulatório sobre a padronização, controle e segurança alimentar, exigidas para fins de comercialização de moluscos bivalves.

Através de uma análise dos parâmetros e índices utilizados tanto pelas normas brasileiras, instituídas pela IN nº 7, quanto pelos regulamentos do Conselho Europeu (CE) deliberados pelo Parlamento Europeu, puderam-se verificar semelhanças entre os métodos de análise institucionalizados pelas duas partes. A primeira diz respeito à utilização do HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points* – Análise dos Perigos e Pontos Críticos de Controle) como procedimento analítico aceitável (Inácio, 2008), uma vez que este sistema é amplamente reconhecido em termos de segurança e controle alimentar em todo o mundo.

Parâmetros inerentes à boa qualidade dos moluscos bivalves são descritos nos regulamentos (CE) nº 2073 e nº 2074, ambos publicados no ano de 2005 pelo CE. O primeiro discrimina os índices numéricos relativos aos critérios microbiológicos aplicáveis aos gêneros alimentícios, incluindo os moluscos bivalves. Neste regulamento são descritos os métodos aceitos para detecção

Tabela 2 - Normativas utilizadas pela União europeia referentes à importação de moluscos bivalves.
Table 2 - Regulations used by the European Union regarding the import of bivalve molluscs.

Ano	Tipo	Descrição	Observação
2001	Regulamento (CE) nº 2065 de 22 de Outubro de 2001.	Estabelece as regras de execução do Regulamento (CE) n 104/2000 do Conselho no respeitante à informação do consumidor no setor dos produtos da pesca e da aquicultura.	Inclui informações relevantes ao consumidor de pescados.
2004	Regulamento (CE) nº 852 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004.	Dispõe sobre a metodologia a ser empregada para manutenção da higiene dos gêneros alimentícios.	Institui o HACCP como método de controle.
2004	Regulamento (CE) nº 853 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004.	Estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos gêneros alimentícios de origem animal.	Determina o que são moluscos bivalves segundo as normas vigentes.
2004	Regulamento (CE) nº 854 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004.	Estabelece regras específicas de organização dos controlos oficiais de produtos de origem animal destinados ao consumo humano.	Determina as áreas de controle, classifica zonas de produção entre outros.
2005	Regulamento (CE) nº 2073 de 15 de Novembro de 2005.	Dispõe sobre critérios Microbiológicos aplicáveis aos gêneros alimentícios.	Discrimina índices numéricos aos moluscos.
2005	Regulamento (CE) nº 2074 de 05 de Dezembro de 2005.	Dispõe sobre métodos de execução para determinados produtos de origem animal descritos nos Regulamentos (CE) anteriores.	Procedimentos metodológicos para a análise Microbiológica e de toxinas em moluscos.
2006	Decisão da Comissão (CE) nº 766 de 6 de Novembro de 2006.	Estabelece a lista de países terceiros e territórios a partir dos quais são autorizadas as importações de moluscos bivalves, equinodermos, tunicados, gastrópodes marinhos e produtos da pesca.	Brasil autorizado a exportar produtos oriundos da pesca. Não moluscos.
2007	Regulamento nº 1244 de 24 Outubro de 2007.	Altera o regulamento n 2074/2005 no que se refere às medidas de execução aplicáveis a determinados produtos de origem animal.	Define métodos de avaliação de toxinas (ASP) para moluscos bivalves.
2011	Regulamento (UE) nº 15 de 10 de Janeiro de 2011.	Altera o Regulamento (CE) nº 2074/2005 no que diz respeito aos métodos de análise reconhecidos para detectar biotoxinas marinhas em moluscos bivalves vivos.	Detalha novos métodos de Avaliação para detecção de biotoxinas.

da *Escherichia coli* e Estafilococos coagulase no produto, para enquadramento aos requisitos de importação. Com relação a estes critérios, a contagem de "coliformes totais" foi substituída pela contagem de *E. coli*, quer para os critérios de segurança dos gêneros alimentícios (Reg. CE n.º 2073/2005), quer para a classificação das zonas de produção (Reg. CE n.º 854/2004) (Inácio, 2008).

Por sua vez, o Regulamento (CE) nº 2074 descreve os métodos de análise para a detecção de biotoxinas nos moluscos bivalves. São listadas as biotoxinas dos tipos Amnésica (ASP), Paralisante (PSP) e Lipofílicas (grupos AO, YTX e AZA) e disponibilizados dois tipos de análise, uma através da utilização de métodos biológicos (que se serve de testes em animais) e outro, alternativo, que se vale da cromatografia líquida de alta resolução (HPLC). O próprio regulamento incentiva a substituição das análises biológicas pelo HPLC, sem a utilização de cobaias, quando disponíveis os reagentes necessários e a validação destes testes por padrões de qualidade credenciados.

O Regulamento (CE) nº 854 determina pontos de controle dentro do processamento de moluscos bivalves. Este mesmo regulamento ainda classifica as regiões produtoras para autorizar categorias de comércio de moluscos bivalves com a União Europeia. Atualmente os moluscos bivalves vivos capturados em zonas de produção classificadas como C, apenas podem ser colocados no mercado após um longo período de monitoramento do meio natural ou, em alternativa, encaminhados para a indústria de processamento, onde serão sujeitos a tratamento térmico específico (capítulo II, do anexo II, do Reg. CE n.º 854/2004). Segundo Inácio (2008), a regulamentação anterior permitia que estes moluscos bivalves vivos fossem sujeitos a uma depuração prolongada, que nunca foi regulamentada, existindo alguns operadores para os quais estes produtos representavam uma parcela importante da matéria-prima utilizada nos seus centros de depuração.

Outra das alterações introduzidas refere-se à atividade dos centros de expedição, que atualmente apenas podem expedir produto salubre (parte B, capítulo IV, da secção VII, do anexo III, do Reg. CE n.º 853/2004) (Inácio, 2008). Isto é, apenas podem expedir moluscos bivalves vivos provenientes de uma zona de produção classificada como A, de uma zona de afinação, de um centro de depuração ou de outro centro de expedição. Não é, assim, possível a estes centros a expedição de produto insalubre moluscos bivalves vivos capturados em zonas de produção classificadas como B ou C) embalado destinado a um centro de depuração ou para a indústria, como acontecia outrora.

Já pela regulamentação brasileira (PNCMB), tema que será melhor discutido adiante, há uma lista detalhada das toxinas marinhas e microbiológicas a serem analisadas com a finalidade de enquadramento no programa. Foram listadas as toxinas do tipo Amnésica (ASP), Paralisante (PSP), Lipofílicas (grupos AO, YTX e AZA), Diarreica (DSP) e Azaspirácido (AZP). Importante destacar que estes contaminantes foram listados em conformidade a regulamentos europeus de controle sanitário animal, como os descritos no Regulamento CE no 1244/2007 e Regulamento UE no 15/2011 e padrões internacionais estabelecidos na ISO 16.140 e ISO/TS 16.649-3 e AESA (Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar). Dentro desta perspectiva, torna-se simples traçar um paralelo entre os parâmetros requeridos internacionalmente com os índices utilizados atualmente no país, visto que a legislação brasileira está baseada nas normas internacionais de segurança e qualidade alimentar.

2.3. O Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário dos Moluscos Bivalves – PNCMB

As iniciativas governamentais em prol do aumento da segurança alimentar para o consumo humano são, em grande parte, respostas de forma regulatória às tentativas de acabar com o comércio clandestino e principalmente de padronizar aspectos básicos dentro da produção de moluscos, ocorrida em muitos países nos últimos 20 anos. O início destas medidas normativas se deu no final da década de 80, nos Estados Unidos, através de seu órgão regulador, a *U.S. Food and Drug Administration* (FDA), um dos órgãos mais antigos neste segmento no mundo. Foi neste período que se implantaram monitoramentos mais restritivos à produção e importação de produtos oriundos da pesca e aquicultura, como é o caso dos moluscos bivalves. O motivo, mais uma vez, veio por conta do registro de muitos casos de problemas à saúde humana envolvendo o consumo de pescados.

Desde então, muitos países vêm desenvolvendo constantes atualizações em seus procedimentos a fim de assegurar a segurança alimentar humana. Dentro da União Europeia existem leis envolvendo o tema há bastante tempo. Mas somente no ano de 2004 é que a União Europeia, em conjunto com seu conselho (CE), atualizou as publicações relativas à segurança alimentar de forma mais intensa. Naquele ano foi lançado o que vem sendo chamado de "pacote de higiene", um conjunto de regulamentos que trouxeram significativas mu-danças nos procedimentos de importação, principal-mente para o setor dos moluscos bivalves (Inácio, 2008).

Estes regulamentos referentes ao "pacote" foram constituídos de três regulamentos (Reg. CE nº 852/2004; Reg. CE nº 853/2004 e Reg. CE nº 854/2004), através dos quais se instituíram novas definições do que são propriamente os moluscos bivalves para efeito da lei; determinaram-se as zonas produtoras do produto; fez-se uma classificação entre zonas (A, B, C) e detalharam-se também os procedimentos analíticos necessários para se enquadrar um

produto oriundo da ostreicultura ao mercado europeu de importação. Alguns ajustes foram feitos após a publicação destes regulamentos do "pacote" e neste âmbito é que, em 10 janeiro de 2011, mais uma vez a UE publicou o Regulamento no 15, que propõe novos métodos de avaliação para a detecção de biotoxinas marinhas para os moluscos bivalves.

Tendo como referência estas normas internacionais de segurança alimentar é que foi estruturado o PNCMB no Brasil, programa este criado pela Instrução Normativa Interministerial n° 7 de 8 de maio de 2012 em uma parceria entre o MPA e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Uma norma importante neste contexto diz respeito à Portaria n° 204, de 28 de junho de 2012, que estabelece os procedimentos para coleta de amostras para realização de análises de micro-organismos contaminantes e de toxinas marinhas em moluscos bivalves e de análises para o monitoramento de espécies de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas (MPA, 2013).

Com a finalidade de facilitar o acesso e entendimento quanto às questões que abrangem a execução do referido programa, foi lançado em 2013 o Manual do MPA para o PNCMB, que inclui o manual de coleta e remessa de amostras oficiais do PNCMB e orientações para a definição da retirada de moluscos bivalves nas áreas de extração ou cultivo (MPA, 2013). Este manual tem como objetivo padronizar os procedimentos de coleta e remessa de amostras no âmbito do PNCMB e estabelecer os critérios a serem utilizados para a definição de retirada de moluscos bivalves dos ambientes de cultivos para venda. A tabela 3 apresenta os valores indicados pela legislação brasileira que indicam medidas limites para a classificação quanto à qualidade dos moluscos em relação ao monitoramento tanto das biotoxinas marinhas como dos micro-organismos contaminantes (*E. coli*).

Os resultados existentes nesta classificação são enquadrados em três categorias:

- Retirada Liberada (apresentam valores inferiores aos limites exigidos por lei);
- Retirada Liberada sob condição (faz-se necessária uma etapa intermediária de depuração antes da venda dos produtos);
- Retirada Suspensa (necessária a retirada dos produtos daquela área do mercado).

O PNCMB pretende abranger todas as etapas posteriores ao cultivo que se caracterizam pela retirada, manuseio, processamento e transporte de moluscos bivalves destinados ao consumo humano. Ao MPA cabe o monitoramento de micro-organismos e de biotoxinas marinhas, e ao MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) cabe a fiscalização e a inspeção industrial dos processadores de moluscos bivalves que tenham certificação do MPA (MPA, 2013). Com isso espera-se garantir o controle e padronização da produção de moluscos bivalves desde a coleta das amostras que serão encaminhadas aos laboratórios, até ao envio dos animais para o beneficiamento em locais com inspeção pelo médico veterinário (MPA, 2013).

A Instrução Normativa nº 3 de 3 de abril de 2012 instituiu a criação da Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura – RENAQUA, rede esta criada para auxiliar a execução do PNCMB. A ela cabe a realização de diagnósticos e análises oficiais, bem como o desenvolvimento contínuo de novas metodologias para exames de doenças, resíduos e contaminantes. A rede vem sendo estruturada segundo padrões internacionais de qualidade laboratorial, estabelecidos pelo padrão ISO 17.025 e dará suporte aos programas sanitários do MPA através de convênios com grandes laboratórios já existentes e credenciados pelos órgãos licenciadores no Brasil.

O monitoramento sistemático das áreas de cultivo é realizado justamente para verificar se é seguro ou não proceder à retirada dos moluscos. Neste sentido, o MPA

Tabela 3 - Critérios para a definição da retirada de moluscos bivalves. Fonte: MPA, 2013.
Table 3 - Criteria for defining the removal of bivalve molluscs. Source: MPA, 2013.

Retirada Liberada	NMP para *E.coli* em 100 gramas (g) da parte comestível dos moluscos bivalves.	Limites de biotoxinas produzidas por microalgas em 1 quilograma (kg) da parte comestível dos moluscos bivalves				
	E. Coli	PSP	DSP	DSP	ASP	AZP
	<230	<0,8mg (eq-STX)	<0,16mg (eq-AO)	<1mg (eq-YTX)	<20mg (AD)	<0,16mg (eq-AZA1)
Retirada liberada sob condição	230 ≤ NMP ≤ 46.000	<0,8mg (eq-STX)	<0,16mg (eq-AO)	<1mg (eq-YTX)	<20mg (AD)	<0,16mg (eq-AZA1)
Retirada Suspensa	>46.000	≥0,8mg (eq-STX)	≥0,16mg (eq-AO)	≥1mg (eq-YTX)	≥20mg (AD)	≥0,16mg (eq-AZA1)

determina um plano amostral programado, no qual são realizadas coletas periódicas para a realização de análises. A amostragem é realizada em locais georreferenciados de cultivo e/ou extração de moluscos bivalves (MPA, 2013). Outro ponto importante a ser considerado sobre o PNCMB, diz respeito aos resultados das análises que garantem a retirada dos moluscos ou sua liberação. Pois, além destas duas categorias, existe também a possibilidade da retirada ser liberada sob condição, o que significa que os moluscos deverão passar por um processo de depuração e/ou tratamento térmico, dependendo da gravidade dos resultados colhidos em campo daquela área específica.

A efetiva realização empírica do monitoramento se dá por meio de agências ou órgãos estaduais de defesa sanitária animal que firmaram convênio com o MPA. Cabe destacar que a CIDASC já possui convênio firmado com o MPA para executar o PNCMB no estado de Santa Catarina. Em um primeiro momento, quatro laboratórios de instituições públicas de pesquisa, ensino e extensão e de órgãos executores de defesa sanitário animal estaduais já integram o sistema: o da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC).

Dentro das metas e características da produção brasileira, este programa foi elaborado com o intuito de monitorar toda a produção da malacocultura destinada ao consumo humano, como ostras, berbigões, vieiras e mexilhões. Dentro desta esfera poderia se fazer a análise com base em qualquer destes moluscos; porém dada a importância da produção de ostras e mexilhões no estado, o PNCMB tem enfatizado as análises oriundas da carne desses bivalves.

3. Material e métodos

Para a reunião dos dados utilizados por esta pesquisa e fundamentação dos procedimentos e métodos necessários para a elaboração das análises feitas, utilizou-se a base de dados e histórico de resultados da CIDASC. Esta entidade também é responsável pelas coletas amostrais em todas as regiões produtoras de moluscos do estado. Com base neste plano, e em seus alicerces legais, fundamentou-se a pesquisa e discussão sobre o *status* da atividade quanto ao seu desenvolvimento ordenado e monitorado. Estas análises também possibilitaram a identificação das potencialidades dos locais produtivos no estado, suas carências na gestão deste plano e necessidades futuras para a manutenção do crescimento sustentável da atividade.

A Figura 1 apresenta a área de localização, pontos de coleta e área abrangida pela pesquisa. A presente pesquisa dividiu-se em três etapas distintas para sua concretização. Foram elas as etapas 1, focada na pesquisa e exploração do conteúdo teórico utilizado; a etapa 2, focada na análise deste material teórico e sua comparação aos dados ambientais das águas de Santa Catarina e a etapa 3, focada na interpretação destes dados ambientais, possibilitando verificar as potencialidades das áreas produtivas de moluscos em Santa Catarina.

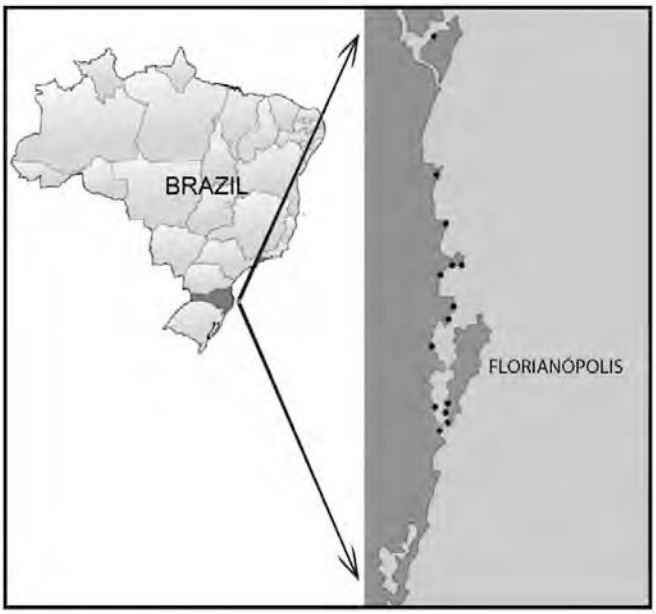

Figura 1 - Área de localização, pontos de coleta e área abrangida pela pesquisa.

Figure 1 - Area location, collection points and area covered by the survey.

Assim, na etapa 1 (figura 2), que teve o foco na elaboração da estrutura conceitual em que se baseou a fundamentação teórica, foram consultados artigos publicados, materiais técnicos e legais relativos à produção de moluscos bivalves e suas bases legislativas.

Alguns dos tópicos investigados foram: iniciativas sustentáveis na produção de moluscos bivalves, gestão da produção e normas que regulamentam o setor. Através da seleção pela leitura dos mesmos chegou-se a cerca de 40 artigos, que fazem parte direta ou indiretamente da estrutura conceitual utilizada para a elaboração da fundamentação teórica. Esta seção abrange as iniciativas sustentáveis de produção de moluscos bivalves ao redor do mundo, as ações governamentais brasileiras em prol deste desenvolvimento e a consolidação da padronização na produção de moluscos bivalves no Brasil visando alcançar as exigências internacionais de comércio, segurança e qualidade alimentar. Assim, a primeira etapa se ateve à exploração dos temas relativos às normas e legislações pertinentes a estas produções e a gestão e gerenciamento produtivo da atividade no Brasil e na União Europeia.

Dando sequência ao desenvolvimento da pesquisa, tem-se a etapa 2 (figura 2), que pode ser entendida como o processo de organização e análise dos dados, uma vez

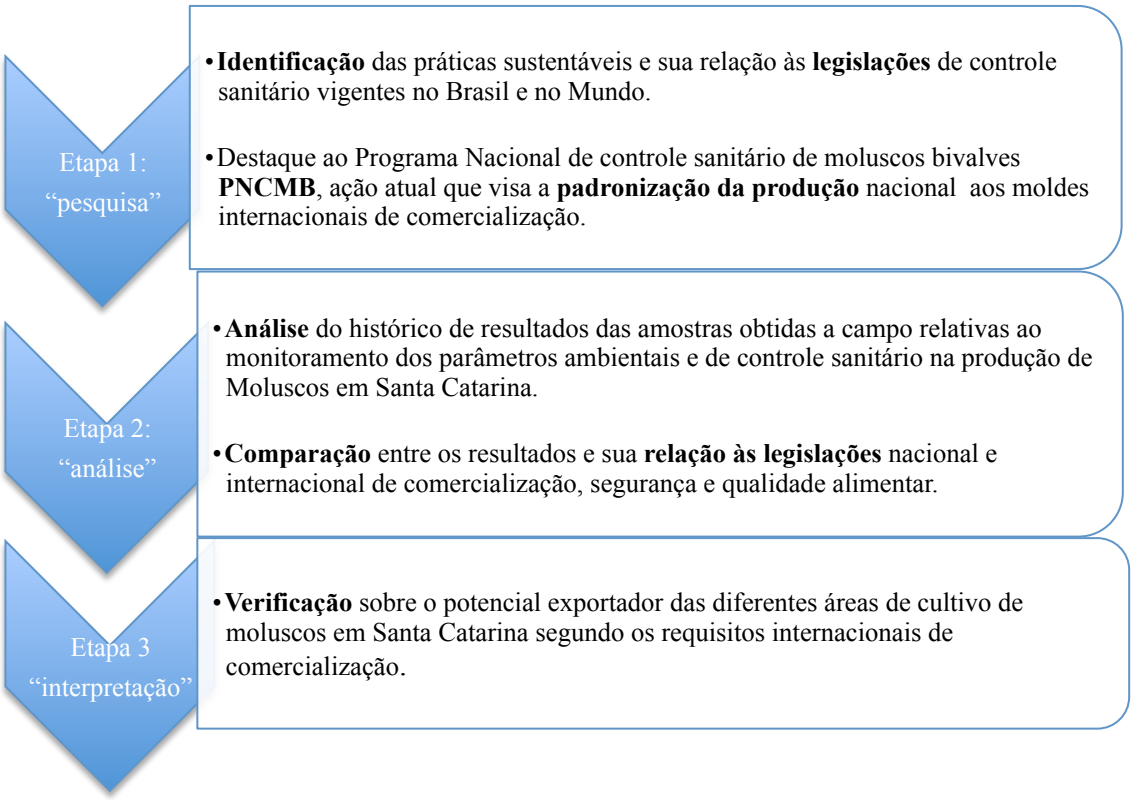

Figura 2 - Etapas para a elaboração da pesquisa.
Figure 2 - Steps for doing research.

que na etapa anterior foram obtidas as informações necessárias para assegurar a confiabilidade das fontes dos dados e entendimento da razão pela qual foram escolhidas. Na primeira fase desta etapa, que constitui a "análise do histórico de resultados das amostras obtidas a campo", foram analisados cerca de 160 relatórios relativos à variável 1 (tabela 4) e 74 relatórios contendo análises conjuntas de ficotoxinas (variável 2) e presença de algas potencialmente nocivas (variável 3) ao consumo humano. Cada relatório conjunto das variáveis 2 e 3, exibiu uma média de 6 amostras relativas à variável 2 e 5 amostras relativas à variável 3, o que gerou um portfólio amostral de 436 e 300 resultados para as variáveis 2 e 3, respectivamente. Por sua vez, os relatórios da variável 1 são compostos apenas por uma amostra relativa a uma área de extração, razão pela qual a variável 1 apresenta um número maior de relatórios; porém apresentou um número menor de resultados quando comparado às variáveis 2 e 3.

Tabela 4 - Variáveis analisadas pelo PNCMB em Santa Catarina
Table 4 - Variables analyzed by PNCMB in Santa Catarina

Variável 1	Microrganismos indicadores de poluição (*E. Coli*)
Variável 2	Ficotoxinas
Variável 3	Algas nocivas

Tendo estas informações em mãos, passou-se para a segunda fase da etapa 2, onde foi feita uma comparação entre todos os resultados obtidos nos relatórios das duas variáveis com os padrões exigidos pelas normas internacionais para comercialização de moluscos, tendo-se como foco o mercado unificado da União Européia. Dentro desta perspectiva, a etapa 2 procedeu primeiramente com a separação das variáveis dentro das análises pertinentes à uma mesma área de extração.

Com isso, cada área teve até três análises (variáveis 1, 2 e 3), em um mesmo período, que determinam sua aptidão em termos de parâmetros ambientais para fins de exportação. Em seguida, foram separadas todas as áreas de extração de moluscos existentes nos relatórios emitidos pela CIDASC em Santa Catarina para detalhamento do histórico de resultados obtidos desde o começo da fase de operação do PNCMB, ocorrida em setembro de 2012. A partir daí, foram comparados estes resultados para cada área de extração (por exemplo, nas regiões do Ribeirão da Ilha, Caieira da Barra do Sul, Ponta do Papagaio, etc.) com os limites exigidos por lei (vide tabela 4).

Chegou-se por fim à etapa 3 da pesquisa, que apresenta características empíricas ao se utilizarem dados reais coletados do ambiente para servirem como fonte de dados a análises posteriores. Assim, por meio de uma análise descritiva comparativa, criou-se uma classificação baseada nos parâmetros ambientais registrados

em campo, contendo todos os resultados amostrais dos pontos de coleta do estado de Santa Catarina para ter-se, assim, um *ranking* das áreas mais aptas à comercialização de moluscos bivalves. A partir daí compararam-se estes resultados com os regulamentos internacionais de padronização e segurança alimentar requeridos para o processo de exportação de moluscos bivalves, para então ser discutida a viabilidade de inserção dos moluscos de Santa Catarina no mercado global de comercialização do produto.

4. Resultados e discussão

Partindo para um contexto mais aplicado, tem-se o PNCMB como a iniciativa que melhor representou o desenvolvimento esperado para a atividade de produção de moluscos bivalves nos últimos anos. Desde seu lançamento em 2012 através da Instrução Normativa Interministerial nº 7, de 8 de maio de 2012 (tabela 1), são realizados constantes monitoramentos em todas as regiões produtoras de moluscos em Santa Catarina. O objetivo deste controle quanto aos parâmetros ambientais surge pela necessidade de se padronizar tanto os procedimentos utilizados como os cuidados a serem tomados afim de manter a qualidade e segurança alimentar dos produtos gerados desta produção.

Foram monitorados um total de 21 pontos durante o período desta pesquisa, que teve como janela temporal o período entre setembro de 2012 e dezembro de 2013, fechando 15 meses de registros. Destas 21 regiões ou áreas de extração de moluscos em que foi feita a coleta de amostras de seus parâmetros ambientais, somente 15 vêm sendo monitoradas com frequência (pois possuem relatórios e históricos de amostragem) e, segundo a CIDASC, somente 13 são o foco do monitoramento constante pela entidade. São elas: 1 – Freguesia do Ribeirão; 2 – Biguaçu; 3 – Costeira do Ribeirão; 4 – Caieira da Barra do Sul; 5 – Ponta do Papagaio; 6 – Praia do Cedro; 7 – Ganchos de Fora; 8 – Fazenda Armação; 9 – Zimbros; 10 – Canto Grande; 11 – Armação do Itapocorói; 12 – Paulas; 13 – Laranjeiras.

A escolha destas localidades pela CIDASC para servirem como pontos de coleta e amostragem para o PNCMB não foi por acaso, pois fazendo-se uma distribuição destas localidades por regiões litorâneas maiores, tem-se uma cobertura abrangendo quase a totalidade dos pólos produtivos de Santa Catarina. A tabela 5 traz os pontos de coleta selecionados e sua relação às grandes regiões litorâneas produtoras de moluscos bivalves do estado.

Através do histórico destes resultados, torna-se possível detectar características intrínsecas do ambiente de cada região, pois os resultados refletem, na realidade, a movimentação de águas e correntes de uma determinada região, intensidade de dispersão de efluentes, sazonalidade de ocupação destas áreas (válido para regiões como a Ponta do Papagaio, Canto Grande, Zimbros, etc.), entre outras características. Estas características serão melhor detalhadas na análise da tabela 6, que traz o histórico de resultados amostrais para detecção de coliformes em todos os pontos monitorados pela CIDASC em Santa Catarina.

Tabela 5 - Pontos de coleta e amostragem monitorados pela CIDASC em Santa Catarina

Table 5 - Collection and sampling points monitored by CIDASC in Santa Catarina

Localidade	Região produtora
Laranjeiras	São Francisco do Sul
Paulas	
Penha	Penha
Zimbros	Porto Belo/Bombinhas
Canto Grande	
Porto Belo	
Fazenda Armação	Governador Celso Ramos
Ganchos de Fora	
Praia de São Miguel	Biguaçu
Freguesia do Ribeirão da Ilha	Florianópolis
Costeira do Ribeirão da Ilha	
Caieira da Barra do Sul	
Sambaqui	
Praia do Cedro	Palhoça
Ponta do Papagaio	

O registro sobre os micro-organismos indicadores de poluição fecal (neste caso sobre a presença de *E. coli*) presentes na água, constitui um fator importante, pois pode limitar ou até mesmo suspender o cultivo e/ou utilização da água para diversos fins, inclusive para a atividade de ostreicultura (Miotto, 2009; ACAq, 2013). Este histórico de resultados mostrado na tabela 6, evidencia os registros satisfatórios, aceitáveis e inaceitáveis segundo a normativa Interministerial nº 7 de 2012, que detalha limites e condicionantes (tabela 3) para a comercialização de moluscos bivalves.

Através destes registros, pôde-se analisar a frequência com que as localidades produtoras de moluscos vêm sendo monitoradas e com isto aprimorar a gestão da atividade à medida em que estes registros atingem pontos alarmantes ou que podem pôr em risco a saúde dos consumidores de moluscos bivalves. Ao analisar a tabela 6, torna-se evidente, por exemplo, que localidades como Paulas, Porto Belo e Zimbros carecem de um monitoramento mais acentuado, pois foram as áreas com os maiores registros quanto à presença de *E. coli* nas amostras analisadas (16.000 NMP/100g de amostra). Mesmo apresentando altos índices de micro-organismos indicadores de poluição fecal quando

Tabela 6 - Histórico dos resultados de monitoramento para análise de micro-organismos indicadores de poluição em Santa Catarina. Informações colhidas na CIDASC.

Table 6 - History of the monitoring results for analysis of microorganisms indicators of pollution in Santa Catarina. Information collected at CIDASC.

	ÁREAS MONITORADAS EM SANTA CATARINA NMP de *E. coli* (NMP/100g de produto)						
Data da Coleta	Caieira	Canto Grande	Costeira	Fazenda	Freguesia	Ganchos	Laranjeiras
2012							
Set/12							
Out/12	<20	9200	40	20	50	330	
Nov/12	1200	3500	1300	5400	5400	220	330
Dez/12	<20		<20		140	20	
2013							
Mar/13	<20		<20		<20		
Abr/13 - 1a Etapa		5400	40		<20	70	20
Abr/13 - 2a Etapa	<20	20	20	3500	110	20	<20
Mai/13 - 1a Etapa				3500			
Mai/13 - 2a Etapa	<20	270	<20		<20	50	50
Jun/13 - 1a Etapa		50	20	<20			
Jun/13 - 2a Etapa		<20	50	1700	<20	<20	<20
Jul/13 - 1a Etapa	20		20	20	20		<20
Jul/13 - 2a Etapa	<20		<20		330		1800
Jul/13 - 3a Etapa	50	9.200	20		170		80
Ago/13 - 1a Etapa	80	790	<20		<20	1.300	
Ago/13 - 2a Etapa	<20	80	<20	330	230	<20	50
Set/13 - 1a Etapa	80		<20	130	<20	220	
Set/13 - 2a Etapa	330	5.400	<20		20	230	1.300
Set/13 - 3a Etapa	1.300		<20	170	2.200		
Out/13 - 1a Etapa		490					<20
Out/13 - 2a Etapa	40	80	<20		<20		
Out/13 - 3a Etapa	50	80	110	<20	110	230	<20
Nov/13 - 1a Etapa		170	20		<20		<20
Nov/13 - 2a Etapa	490		80	1300	20	80	
Nov/13 - 3a Etapa		5.400					210
Dez/13 - 1a Etapa				<20	<20	40	50
Dez/13 - 2a Etapa	20		<20				
Quantidade de amostras	18	16	22	13	21	14	15
% em relação ao total	69%	61%	84%	50%	81%	54%	57%
Amostras satisfatórias	9	2	16	5	12	4	7
% resultados satisfatórios	50%	13%	73%	38%	57%	29%	47%

Tabela 6 (cont.)- Histórico dos resultados de monitoramento para análise de micro-organismos indicadores de poluição em Santa Catarina. Informações colhidas na CIDASC.

Table 6 (cont.) - History of the monitoring results for analysis of microorganisms indicators of pollution in Santa Catarina. Information collected at CIDASC.

	ÁREAS MONITORADAS EM SANTA CATARINA NMP de *E. coli* (NMP/100g de produto)						
Data da Coleta	Paulas	Penha	Pta. do Papagaio	Porto Belo	P. do Cedro	São Miguel	Sambaqui
2012							
Set/12							
Out/12		9200				330	
Nov/12		9200	2800		1300	220	
Dez/12			80		490	110	
2013							
Mar/13			<20				1300
Abr/13 - 1a Etapa	330		<20		790	<20	
Abr/13 - 2a Etapa	70		20	130	20	20	940
Mai/13 - 1a Etapa			<20		50	<20	
Mai/13 - 2a Etapa	50	<20	<20	50	<20	<20	70
Jun/13 - 1a Etapa	<20	110	110	<20	140		130
Jun/13 - 2a Etapa	330	<20	<20	490	50	<20	170
Jul/13 - 1a Etapa	170	790	<20	20		<20	230
Jul/13 - 2a Etapa	130	<20	20	80	490	<20	
Jul/13 - 3a Etapa		50		16.000	20		60
Ago/13 - 1a Etapa	80		<20	5400		490	
Ago/13 - 2a Etapa		230	20	80	270	<20	
Set/13 - 1a Etapa			<20		<20	<20	
Set/13 - 2a Etapa	16.000	3.500	20	330	20		330
Set/13 - 3a Etapa			490		220	50	1.300
Out/13 - 1a Etapa	790	80		110			
Out/13 - 2a Etapa			<20	330	<20	20	270
Out/13 - 3a Etapa	170	80	50	80	50	20	2.400
Nov/13 - 1a Etapa	260	20	<20	120	80		50
Nov/13 - 2a Etapa			50		790	20	170
Nov/13 - 3a Etapa	700	120		330			
Dez/13 - 1a Etapa	20		<20				<20
Dez/13 - 2a Etapa		130		20	90	330	
Quantidade de amostras	14	15	21	17	19	18	14
% em relação ao total	54%	57%	81%	65%	73%	69%	54%
Amostras satisfatórias	2	4	15	2	6	12	1
% resultados satisfatórios	14%	27%	71%	12%	32%	67%	7%

comparados às outras localidades no mesmo período, deve-se analisar a fundo o porquê destes números, pois em todos os três casos este registro aconteceu de forma pontual e somente em uma das diversas coletas registradas desde a implantação do PNCMB, em 2012.

Contudo, as diretrizes e a Portaria nº 204, que regulamentam os procedimentos de controle para a comercialização de moluscos bivalves no Brasil, consideram estes valores razoáveis para se efetivar o comércio de moluscos, sendo necessária somente a inclusão de uma etapa intermediária no processamento do produto, chamada de depuração. Este processo consiste em manter os moluscos em um ambiente com água corrente e livre de contaminantes para, ao longo de algumas horas, desintoxicar a carne dos mesmos através do processo de filtração, natural destas espécies (Leal, 2008; Miotto, 2009; MPA, 2013).

A partir do histórico de participação e frequência de resultados satisfatórios de cada área de extração e/ou cultivo dentro deste processo de monitoramento, foi elaborado um *ranking* (tabela 7) contendo todas as localidades produtoras de moluscos de Santa Catarina que vêm sendo monitoradas pelo PNCMB. Esta classificação emerge em meio à necessidade de se ampliar o conhecimento sobre tais ações, divulgando o desempenho de cada localidade dentro desse processo de monitoramento e, melhorando desta maneira, os cuidados que devem ser tomados em prol da melhoria na padronização da produção de moluscos no sul do país.

Tabela **7** - *Ranking* das localidades produtoras de moluscos em Santa Catarina.
Table 7 - Ranking of producing of molluscs in Santa Catarina.

Classificação	Área de extração e/ou cultivo
1	Costeira do Ribeirão da ilha
2	Ponta do Papagaio
3	Praia de São Miguel
4	Freguesia do Ribeirão da ilha
5	Caieira da Barra do Sul
6	Laranjeiras
7	Fazenda Armação
8	Praia do Cedro
9	Ganchos de Fora
10	Zimbros
11	Penha
12	Canto Grande
13	Paulas

As análises sobre as outras variáveis, também alvos de monitoramento pelo PNCMB em Santa Catarina, que são as ficotoxinas e análise sobre o potencial de presença de algas nocivas, não registraram, ao longo deste trabalho, a ocorrência de manifestações que pudesse por em risco a saúde dos consumidores de moluscos bivalves. Todavia, no mês de abril de 2013, foi constatada a presença de uma ficotoxina da espécie DSP (*Diarrheic Shellfish Poisoning*), quando, então, foram solicitadas mais algumas coletas da mesma localidade para se avaliar o potencial de dispersão desta microalga pelo ambiente. Em algumas horas o evento se dissipou, não apresentando grandes transtornos aos produtores (ACAq, 2013).

Na biota marinha nativa de Santa Catarina, existem alguns tipos de microalgas, como é o caso do gênero *Pseudo-nitzschia,* que às vezes aparece em pequenas concentrações nos relatórios expedidos pela CIDASC. Segundo Barbieri (2009), estas diatomáceas são responsáveis pela concentração do ácido domoico (DA - *Domoic Acid)*, que pode levar à doença característica da ASP (*Amnesic Shellfish Poisoning*), mas não nestas concentrações, não apresentando, portanto, na atualidade, perigo para a saúde e o consumo de moluscos bivalves (MPA, 2013). Outra alga encontrada nos relatórios expedidos pela CIDASC foi do gênero *Dinophysis*, promotora das DSP (*Diarrheic Shellfish Poisoning*). As algas pertencentes a esse gênero são responsáveis pela maioria das causas envolvendo o consumo de moluscos e problemas de ordem gastro-intestinal (Svensson, 2003; Barbieri, 2009). Todavia, não foram encontradas nas análises.

5. Conclusões

O objetivo principal deste artigo foi realizar uma análise comparativa entre os resultados do Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves em Santa Catarina e os padrões internacionais de comercialização de moluscos bivalves, mais precisamente na atividade da ostreicultura.

Ao longo deste ano e três meses de coletas e registros dos parâmetros ambientais necessários para tal, já se pôde constatar a dinâmica da qualidade ambiental destas localidades produtivas. Tomando-se em consideração que as áreas de cultivo responsáveis por mais de 80% da produção de moluscos em Santa Catarina estão entre os oito primeiros da classificação gerada a partir destes resultados, tem-se a garantia de um produto naturalmente saudável. Soma-se a isso o fato de que, segundo a legislação nacional e internacional de comércio para os moluscos bivalves, todas as localidades de Santa Catarina monitoradas pelo PNCMB, apresentaram condições boas e/ou aceitáveis em seu histórico de resultados.

Como registrado nos próprios resultados amostrais ao longo desta pesquisa, a dinâmica das águas é, muitas vezes, imprevisível. Deste modo, não se pode garantir a inocuidade de um produto somente com análises de

coliformes totais, mas opera-se junto a isso o desenvolvimento de novos indicadores e diretrizes que, formulados localmente, irão prevenir com eficácia a contaminação dos produtos daquela região. Neste sentido é que o Regulamento CE nº 854/2004 classifica as zonas de produção de moluscos ao redor do mundo, fortalecendo assim a necessidade de monitoramento e padronização dos vieses produtivos e exigências de cada região em relação aos requisitos necessários para uma comercialização segura.

Pela legislação em vigor atualmente no Brasil, todos os limites amostrais, conforme a Portaria n° 204 de 28 junho de 2012 e sua correspondente internacional (Regulamento nº 853/2004 e Regulamento nº 2074/2005) apresentaram resultados em conformidade para comércio de produtos derivados de moluscos bivalves. Sendo assim, uma vez enquadrados dentro dos limites da legislação nacional, os mesmos produtos estão aptos à sua inserção no mercado europeu de moluscos. Assim, na análise destes parâmetros e através das 868 coletas realizadas pela CIDASC sobre estas variáveis, pôde-se constatar uma boa qualidade da água das áreas de extração e/ou cultivo de moluscos bivalves no que tange à presença de ficotoxinas e algas nocivas ao consumo humano.

Todavia, não basta somente o desempenho ótimo dos parâmetros naturais se a sequência da cadeia produtiva não estiver adaptada aos requisitos. Este foi um ponto ressaltado pelo "pacote de higiene" constituído pelos Reg. nº 852/2004 Reg. nº 853/2004 e Reg. nº 854/2004. Nele impõe-se a obrigatoriedade de implementação dos procedimentos baseados nos princípios do HACCP para todos os estabelecimentos que pretendem comercializar seus produtos alimentícios, incluído os moluscos bivalves, no mercado comunitário da Europa. Somente após a devida adaptação do setor de processamento de moluscos é que obteremos, gradativamente, a padronização da produção de moluscos bivalves e a consolidação da atividade de cultivo de ostras como uma forma segura de produção no que tange à saúde de seus produtos, comércio e consumo dos mesmos.

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se que sejam realizadas novas pesquisas que visem o aprofundamento na utilização de *softwares* simuladores de cenários como ferramenta auxiliadora na manutenção do nível sustentável de cultivos e a realização de pesquisas nas áreas complementares à produção, como o desenvolvimento de maquinários para a otimização dos processos produtivos da cadeia produtiva de moluscos bivalves.

Referências bibliográficas

ACAq (2013) - *Relatório da Reunião da ACAq realizada no dia 14/03/2013*. [Relatório disponível na *web page*]. Associação Catarinense de Aqüicultura (ACAq), Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em http://acaqsc.blogspot.com.br/

Barbieri, E. (2009) - *O Perigo das Biotoxinas Marinhas*. São Paulo: 31p., Texto Técnico, Instituto de Pesca, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/ texto_tecnico _barbieri.pdf.

Buanes, A.; Jentoft, S.; Maurstad, A.; Søreng, S.U.; Runar Karlsen, G. (2005) - Stakeholder participation in Norwegian coastal zone planning. *Ocean & Coastal Management,* 48(9-10):658-669. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2005.05.005.

Cicin-Sain, B; Belfiore, S. (2005) - Linking marine protected areas to integrated coastal and ocean management: a review of theory and practice. *Ocean & Coastal Management*, 48(11-12):847-868. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2006.01.001

FAO (2012) - *The State of World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. 223p., Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Itália. ISBN 978-9251082751. Disponível on-line em http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf

Goṇi, R. (1998) - Ecosystem effects of marine fisheries: an overview. *Ocean & Coastal Management*, 40(1):(37-64). DOI: 10.1016/S0964-5691(98)00037-4

Humphrey, S.; Burbridge, P.; Blatch, C. (2000) – US lessons for coastal management in the European Union. *Marine Policy*, 24(4):275-286. DOI: 10.1016/S0308-597X(00)00003-8

ICES (2009) – *Report of the Working Group on Marine Shellfish Culture (WGMASC).* 91p., International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen, Denmark. Disponível on-line em http://archimer.ifremer.fr/doc/00041/15202/12529.pdf

Inácio, P. (2008) – Implicações do Pacote de Higiene no setor da Pesca – Comparação entre as regras anteriores e o novo enquadramento legal. *Segurança e Qualidade Alimentar* (ISSN: 1646-6349), 4:6–8, Editideias, Lisboa, Portugal. Disponível on-line em http://www.infoqualidade.net/SEQUALI/PDF-SEQUALI-04/n4-sequali-06.pdf

Leal, D.A.G. (2008) – Moluscos bivalves destinados ao consumo humano como vetores de protozoários patogênicos: métodologias de detecção e normas de controle. *Revista Panamericana de Infectologia* (ISSN: 1679-7140), 4:48-57, Bevilacqua Editora, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em http://www.revistaapi.com/wp-content/uploads/2014/03/mat-081.pdf

Mccausland, W.D.; Mente, E.; Pierce, G.J.; Theodossiou, I. (2006) – A simulation model of sustainability of coastal communities: aquaculture, fishing, environment and labour markets. *Ecological Modelling*, 193(3-4):271-294. DOI: 10.1016/ j.ecolmodel.2005.08.028

Miotto, L.A. (2009) – *Coliformes termotolerantes e enterococcus SP em ostras e águas salinas utilizadas para cultivo de moluscos bivalves da Baia Sul da Ilha de Santa Catarina-Brasil*. 104p., Dissertação de Mestrado em Ciências do Alimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Não publicado.

MPA (s/d) – *Aquicultura.* [web page]. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília, Brasil. Disponível on-line em http://mpa.gov.br/index.php/aquicultura

Rangeley, R.W.; Davies, R.W.D. (2012) Raising the "Sunken Billions": Financing the transition to sustainable fisheries. *Marine Policy*, 36(5):1044-1046. DOI: 10.1016/j.marpol. 2012.02.020

Santos, A.A. dos; Novaes, A.L.T.; Silva, F.M.; Souza, R.V; Sérgio Winckler da Costa, S.W.; Guzenski, J. (2013) - *Síntese*

Informativa da Maricultura 2012. 7p., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em http://www.epagri.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/08/Síntese-informativa-da-maricultura-2012-4.pdf

Soniat, T. M.; Klinck, J.M.; Powell, E.N.; Cooper, N.; Abdelguerfi, M.; Hofmann, E.E.; Dahal, J.; Tu, S.; Finigan, J.; Eberline, B.S.; La Peyre, J.F.; La Peyre, M.K.; Qaddoura, F. (2012) – A Shell-Neutral Modeling Approach Yields Sustainable Oyster Harvest Estimates: A Retrospective Analysis of the Louisiana State Primary Seed Grounds. *Journal of Shellfish Research*, 31(4):1103-1112. DOI: 10.2983/035.031.0421

Svensson, S. (2003) Depuration of Okadaic acid (Diarrhetic Shellfish Toxin) in mussels, Mytilus edulis (Linnaeus), feeding on different quantities of nontoxic algae**.** *Aquaculture*, 218(1-4):277-291. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00504-5

Tacon, A.G.J.; Forster, I.P. (2003) - Aquafeeds and the environment: policy implications. *Aquaculture*, 226(1-4):181-189. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00476-9

Thorpe, A.; Reid, C.; van Anrooy, R.; Brugere, C. (2005) – When fisheries influence national policy-making: an analysis of the national development strategies of major fish-producing nations in the developing world. *Marine Policy*, 29(3):211-222. DOI: 10.1016/j.marpol.2004.05.004

Tiller, R.; Gentry, R.; Richards, R. (2013) – Stakeholder driven future scenarios as an element of interdisciplinary management tools; the case of future offshore aquaculture development and the potential effects on fishermen in Santa Barbara, California. *Ocean & Coastal Management*, 73:127-135. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2012.12.011

Troell, M.; Halling, C.; Neori, A.; Chopin, T.; Buschmann, A.H.; Kautsky, N.; Yarish, C. (2003) – Integrated mariculture: asking the right questions. *Aquaculture*, 226(1):69-90. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00469-1

Vianna, L.F.N.; Bonetti, J.; Polette, M. (2012) – Gestão costeira integrada: análise da compatibilidade entre os instrumentos de uma política pública para o desenvolvimento da maricultura e um plano de gerenciamento costeiro no Brasil. *Revista Gestão Costeira Integrada,* 12(3):357-372. DOI: 10.5894/rgci335

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA
Journal of Integrated Coastal Zone Management

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-445_Portz.pdf | DOI:10.5894/rgci445

Gestão de dunas costeiras: o uso de sistema de informações geográficas (SIG) na implantação de planos de gestão no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil *

Coastal dune management: the use of geographic information system (GIS) in the development of management plans in the coast of Rio Grande do Sul, Brazil

Luana Portz [@, 1]; Gabriela Camboim Rockett [2]; Ricardo Augusto Lengler Franchini [2]; Rogério Portantiolo Manzolli [2]; Nelson Luiz Sambaqui Gruber [1]

RESUMO

Constituídas por grandes acumulações de areia, as dunas frontais são feições naturais da maioria das praias arenosas. As áreas de dunas são consideradas Áreas de Proteção Permanente (APPs) no Brasil, e, para a conservação desses ambientes, faz-se necessário o estabelecimento de planos, programas e medidas governamentais orientados a disciplinar os seus usos e/ou manejos. O desenvolvimento de projetos para a gestão do sistema de dunas deve incluir um diagnóstico do ambiente (características naturais e o grau de intervenção humana), a tendência das mudanças e as ações para manutenção ou recuperação do sistema. O objetivo deste trabalho é demonstrar a potencialidade do uso de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para o diagnóstico ambiental de dunas, bem como salientar a importância da integração de dados regionais em ambiente SIG, a fim de se obter melhores resultados para subsidiar a tomada de decisão na elaboração de planos de gestão para o Gerenciamento Costeiro Integrado, por meio de estudos de caso de duas cidades no litoral do estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil (municípios de Capão da Canoa e Arroio do Sal). O uso de um SIG permite atualizações em várias escalas de tempo e também a análise conjunta de múltiplos dados de diferentes fontes. Essas características auxiliam os trabalhos na região costeira, ambiente com uma grande dinâmica de formas e processos. Para a caracterização, o diagnóstico e o planejamento das áreas de estudo, dados primários e secundários das duas áreas foram coletados e integrados em ambiente SIG, e, assim, pôde-se dividir os ambientes em diferentes setores, possibilitando o planejamento das intervenções necessárias em cada um deles. A espacialização das intervenções sugeridas permitiu sua visualização em mapas, sendo esta informação inserida como um novo plano de informação no projeto em SIG. Algumas das intervenções sugeridas em alguns locais visando à manutenção/recuperação do sistema de dunas incluem: passagem de tubulações abaixo da crista da duna (para a passagem condicionada de cursos d'água), construção de passarelas onde a passagem de pedestres é intensa (para ordenar o acesso à praia), remoção de vegetação exótica etc. Os resultados obtidos demonstram a possibilidade do uso de um SIG nos estudos de gestão costeira, gerando bons resultados no diagnóstico e planejamento das duas áreas de estudo. Como produto final dos planos de manejo desenvolvidos, todos os dados coletados e gerados são disponibilizados em arquivos no formato SIG, bem como em formato de planilha, junto com o relatório descritivo. No âmbito municipal, as vantagens encontram-se na facilidade de armazenamento e disponibilização dos dados, além de proporcionar a fácil modificação destes e também o acompanhamento da evolução dos projetos. A utilização de SIG também pode promover e facilitar a troca de informações entre as instituições e, a longo prazo, pode permitir a integração de todas as informações em um único banco de dados, podendo auxiliar na tomada de decisão dos órgãos municipais, estadual e federal.

Palavras-chave: gerenciamento costeiro, geotecnologias, banco de dados, modelagem costeira.

[@] corresponding author: *luana.portz@ufrgs.br*

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Laboratório de Gerenciamento Costeiro, Av.Bento Gonçalves, 9500. CEP: 91509-900, Porto Alegre, RS, Brasil.

[2] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Laboratório de Gerenciamento Costeiro, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Av. Bento Gonçalves, 9500. CEP: 91509-900, Porto Alegre, RS, Brasil

* *Submission: 10 OCT 2013; Peer review: 8 NOV 2013; Revised: 3 FEB 2014; Accepted: 7 MAR 2014; Available on-line: 8 APR 2014*

ABSTRACT

Foredunes are geomorphological features present in most of the sand beaches around the world. Under the Brazilian law, dunes are considered Permanent Protection Areas and, for conservation of these environments, it is necessary the establishment of plans, programs and measures by the government to discipline their use and management requirements. The development of projects for dune system management should include an environmental diagnosis (natural characteristics and human intervention degree), the trend of changes and the actions for maintenance or recovery of the system. The aim of this work is to evidence the potential of using a Geographic Information System (GIS) for the environmental diagnosis of dunes, as well as stress the importance of regional data integration within a GIS, for the purpose of obtaining better results to support decision making in the development of management plans for integrated coastal zone management. Study cases of two coastal cities in the State of Rio Grande do Sul, southern Brazil (Capão da Canoa and Arroio do Sal cities), are shown. The use of GIS allows updates at several time scales and also the joint analysis of multiple data from different sources. These characteristics assist work in coastal zones, an environment with highly dynamic forms and processes. For the characterization, diagnosis and planning of the two study areas, primary and secondary data were collected. Secondary data consists of bibliographic and cartographic search, and remote sensing data. Primary data consists of field observations, control points collected with GPS, photographic records (beach access, watercourses, irregular occupation, beach uses, dune uses, etc.), topographic data and vegetation identification. After collection, data were inserted in data layers and integrated in the GIS project. Using geoprocessing tools it was possible to calculate areas, measure foredune width and delimit the boundaries of Permanent Protection areas (using distance criteria), leading to further information to be obtained/added in the GIS. Distance criteria for delimitation of Permanent Protection areas were based in the law of the state environmental agency (FEPAM). For the city of Capão da Canoa, increases in sea level caused by storm surge were modelled in the GIS, in order to identify foredune areas susceptible to degradation. Results showed that water courses that cross the dune system are the preferential erosion zones in storm surge events. An evaluation based in the mapped elements and field observations, allowed the assignment of a coastal vulnerability index to each 500 meters beach segment. The higher the vulnerability index, the greater the fragility of the dune system. The areas with the highest index are the ones in which greater efforts are required (interventions/management). In the studied areas, these indexes allowed the planning of interventions required for each beach sector. Both cities have an extensive shoreline and dune areas affected by erosion (caused by storm surge effects, displacement of watercourses, planting of exotic vegetation and lack of planning for the shoreline – with disordered use of this natural system). A well developed urban area is present in Capão da Canoa city, where a discontinuous and highly segmented dune area exists. Preserved sections occur mostly in the non-urban areas. In Arroio do Sal city, there is an extensive and well preserved shoreline and dune system. The major problems affecting dune system in this city are erosion by storm surge and planting of exotic vegetation. With the environmental diagnosis and the vulnerability index for each beach sector, management proposals in different sectors of the shoreline were performed, and spatialization of the suggested actions/interventions was implemented in the GIS. This spatialization allowed visualization of all the beach sectors in maps, and this information was also added to the GIS project as new data layers. For dune system integrity maintenance/recovery in some sectors, some of the suggested interventions include pipe passing under the frontal dune crest (for controlled passage of watercourses), construction of walkways where the crosswalk is very intense (ordering the access to the beach), removal of exotic vegetation, etc. The results demonstrate the possibility of using GIS in coastal management studies, showing good results in the diagnosis and planning of the two study areas. As a final product of the management plans developed, all the collected and generated data are provided in GIS file format and in spreadsheets in a PDF report. At the municipal level, the advantages are ease of storage and availability of data, facilitating data modification in case of scenario alteration for the shoreline. The use of a GIS can also promote and facilitate the exchange of information between institutions and, in the long term, can allow the integration of all information into a single database to assist in decision making at the municipal, state and federal agencies.

Keywords: coastal management, geospatial technology, database, coastal modelling.

1. Introdução

A orla marítima pode ser definida como uma unidade geográfica inclusa na zona costeira (ZC), delimitada pela faixa de interface entre a terra firme e o mar (Freire, 2006). Esse ambiente se caracteriza pelo equilíbrio morfodinâmico, no qual interagem fenômenos terrestres e marinhos (Wright & Short, 1977). Inseridas nesse ambiente,as dunas frontais são feições naturais da maioria das praias arenosas, desde condições climáticas tropicais até árticas. São constituídas por grandes volumes de sedimento, com forma, tamanho e orientação particulares para cada local, em função do perfil de praia, da orientação da costa, da direção e velocidade dos ventos dominantes, do tamanho médio dos grãos e do tipo de vegetação presente (Hesp, 2002).

Conforme a Resolução do CONAMA 303/2002, estas são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis. Considerando o nível de preservação deste ambiente disposto nas leis brasileiras e as pressões exercidas através do uso e da ocupação estabelecidos atualmente, é necessário o estabelecimento de planos, programas e medidas governamentais orientados a disciplinar os usos dos recursos costeiros e/ou sua conservação. Esses planos têm como princípio fundamental promover a atenuação dos conflitos envolvendo os diversos atores

que participam da produção do espaço na zona costeira (Franchini, 2010).

O desenvolvimento de planos de gestão específicos para o ambiente de dunas frontais torna-se um importante instrumento para a conservação desses ambientes, já que, nesse tipo de planejamento, se prevêem os possíveis usos do ambiente nas diferentes esferas, em um longo período de tempo. Na prática, a gestão de dunas baseia-se nas seguintes estratégias (*Soil Conservation Service*, 1986): conservação do sistema de dunas existentes, concedendo uma zona tampão entre as propriedades privadas e as áreas ativas de praia; recuperação das dunas com distúrbios e controle das atividades recreativas. Por meio do diagnóstico ambiental desenvolvido para a elaboração dos planos de gestão, é possível estabelecer as formas de utilização e apropriação do espaço do sistema de dunas, colaborando para o controle da degradação da vegetação nativa, o que vem a contribuir para atender às implicações estabelecidas no Artigo 3° do Código Florestal Brasileiro, que considera este ambiente como Área de Preservação Permanente (Portz *et al*., 2011).

No Rio Grande do Sul, os planos de gestão devem seguir as orientações estabelecidas no Ofício Circular FEPAM/PRES/12-04 da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), sendo alvo de licenciamento ambiental. Esse é um procedimento administrativo realizado pelo órgão ambiental competente, neste caso, estadual, para licenciar a instalação, ampliação, modificação e operação de atividades e empreendimentos que utilizam recursos naturais, ou que sejam potencialmente poluidores ou possam causar degradação ambiental. Dessa maneira, considera-se a necessidade de regularizar os usos e as ocupações existentes nessas áreas com a possibilidade de conciliar e garantir a continuidade das atividades, sendo considerado,para tanto,a relevância social e turística desses ambientes.

Para o desenvolvimento desses planos, é necessário proceder à investigação e planificação de um conjunto de informações sobre o ambiente, as quais devem responder a algumas questões, tais como: quais são as causas da erosão, qual o uso desejado da terra, o suporte financeiro disponível, a disponibilidade de mão de obra e maquinaria necessária para execução dos trabalhos, a manutenção, o nível de consciência e o envolvimento da comunidade. Para tanto, é necessário dispor de informações que proporcionem a resposta para estas perguntas, assim como considerar que essas informações poderão ser modificadas.

No contexto de gerenciamento de informações, o desenvolvimento dos SIGs e das geotecnologias associadas revolucionou a área de análise espacial, sendo estes aplicados em diversas áreas do conhecimento, dentre elas o gerenciamento costeiro. Análises espaciais na zona costeira, baseadas no uso de sistemas de informações geográficas, sensoriamento remoto e geoprocessamento, possuem uma vasta gama de aplicações, gerando subsídios para ações de gestão e planejamento ambiental e para diagnosticar alterações na paisagem e conflitos de uso do solo. Estudos em zonas costeiras utilizando estas ferramentas têm sido realizados, tanto no âmbito internacional (*e.g*., Devillers *et al.*, 2013; Rodríguez *et al*., 2009; Sarda *et al.*, 2005; Kitsiou *et al.*, 2002; Pan, 2001, Phinn *et al.*, 2000) quanto nacional (*e.g*., Fernandes & Amaral, 2013; Gianuca & Tagliani, 2012;Silva *et al*., 2012, Silva & Tagliani, 2012).

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) pode ser definido como um caso peculiar de sistema de informação, em que o banco de dados é formado por características, atividades ou eventos distribuídos espacialmente (Dueker, 1979). Câmara (1995) o definiu como um sistema informatizado que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados. Dessa forma, a localização geográfica é essencial para a entrada de dados em um *software* de SIG.Em um SIG, é possível a inserção de dados espaciais e dados não-espaciais em um único sistema, permitindo a combinação de grande variedade de informações e a integração de dados de diferentes fontes (ex.: dados de sensoriamento remoto, dados topográficos, dados de censos, dados de GPS, entre outros).

Especificamente para a integração dos dados em gestão ambiental, os SIGs apresentam, pelo menos, três requisitos essenciais: a eficiência (pela facilidade de acesso e manipulação de grande volume de dados), a integridade (pelo controle de acessos por múltiplos usuários) e a persistência (pela manutenção de dados por longo tempo, independentemente dos aplicativos que acessam os dados e sua possível revisão). (Santos, 2004)

O objetivo deste trabalho é demonstrar a potencialidade do uso de um Sistema de Informações Geográficas para o diagnóstico ambiental de dunas, bem com salientar a importância da integração de dados regionais em ambiente SIG, a fim de obterem-se melhores resultados para subsidiar a tomada de decisão e o Gerenciamento Costeiro Integrado no Rio Grande do Sul.

2. Área de estudo

A costa do Rio Grande do Sul (RS),desde Torres, ao norte, até a desembocadura do arroio Chuí, ao sul, é constituída por uma ampla planície costeira com cerca de 618 km de comprimento e até 120 km de largura, onde um sistema de barreiras arenosas aprisiona um grande sistema lagunar (Complexo Lagunar Patos-Mirim), e uma série de outros corpos de água isolados ou interligados com o mar por intermédio de canais estreitos e rasos (Villwock, 1994).

Sua formação, durante o Quaternário, se deu a partir da justaposição lateral de quatro sistemas deposicionais do

tipo laguna-barreira, cuja formação foi controlada pelas flutuações do nível do mar durante o Quaternário (Sistema Barreira- Laguna I, II e III de idade Pleistocênica e sistema IV, que iniciou sua formação há cerca de 7ka AP), constituindo uma sucessão de terraços marinhos e lagunares (Villwock, 1984).

A atual linha de costa da planície costeira do RS apresenta uma orientação geral nordeste - sudoeste, com praias arenosas retilíneas e contínuas, predominantemente dominada por ondas, sendo caracterizado pela ocorrência de uma ondulação de longo período proveniente do SE e por vagas (que resultam da ação de ventos locais) provenientes principalmente do E-NE. A altura média significativa das ondas, medida a uma profundidade de 15-20 m, é de 1,5 m. Especialmente durante os meses de outono e inverno, o regime normal de ondas é episodicamente perturbado pela ocorrência de ondas de tempestade associadas à passagem de frentes frias provenientes do sul (Tomazelli & Villwock, 1992).

A região apresenta um regime de micromaré, de acordo com a classificação de Hayes (1979), controlado por maré astronômica cuja amplitude média situa-se em torno de 0,5 m, sofrendo também influência das marés meteorológicas. Estas podem alcançar de 1,2 m em Tramandaí (Almeida *et al.,*1999) a 1,6 m em Rio Grande (Parise *et al.,* 2009), sendo responsáveis pela erosão na costa, uma vez que causam a sobre elevação acima do nível de maré astronômica, produzindo variações ainda maiores quando associadas a marés de sizígia.

De acordo com a classificação morfodinâmica de Wright & Short (1984), as praias do litoral norte do RS variam entre intermediárias a dissipativas (Tomazelli & Villwock 1992; Toldo Jr *et al.,* 1993; Weschenfelder, 2002). Associada às subdivisões do ambiente praial, existe uma infinidade de cursos de água denominados de sangradouros. Estes são cursos de água naturais e de pequena escala, que atuam na drenagem de zonas úmidas originadas a partir do acúmulo de água doce de origem pluviométrica em regiões adjacentes à costa, principalmente nas depressões e banhados localizados entre os cordões litorâneos. Sua ocorrência é sazonal, modificando a intensidade de acordo com os índices pluviométricos da região.

Por terem sua importância e seus impactos intimamente ligados às características geomorfológicas da costa (Serpa, 2008),servindo de canal para o escoamento de águas naturais durante períodos de chuvas, são os agentes responsáveis pela remobilização de sedimentos das dunas na região do estirâncio (Calliari *et al*., 2005), podendo carrear grandes quantidades de sedimentos de volta para o mar, originando a erosão do pós-praia e permitindo uma maior ação das ondas nas áreas adjacentes. Os sangradouros também são descritos como agente de segmentação das dunas, ocorrendo principalmente em regiões com elevada taxa de urbanização, uma consequência das edificações e da pavimentação das ruas, que reduz,dessa forma, a infiltração da água pluvial, aumentando a vazão e, desse modo, rompendo o sistema de dunas (Portz*et al*., 2010).

Atualmente, o litoral do Rio Grande do Sul é integrado por 16 municípios, sendo essa região dividida, segundo a FEPAM, em três áreas distintas: litoral sul, médio e norte, nas quais as dunas frontais estão presentes.

Para a avaliação do uso de SIG na formulação dos planos de gestão de dunas, serão discutidos os resultados obtidos para os municípios de Capão da Canoa e Arroio do Sal, localizados no litoral norte do Rio Grande do Sul (Figura 1). Politicamente, esses municípios limitam-se, ao norte, com o município de Torres, a leste com o oceano Atlântico, ao sul com o município de Xangri-lá e, a oeste, com as margens das Lagoas dos Quadros e Itapeva, na divisa com os municípios de Maquiné e Terra de Areia.

3. Materiais e Métodos

Os municípios de Capão da Canoa e Arroio do Sal, na busca de conciliar o desenvolvimento do turismo e do veraneio com a preservação das suas características naturais, melhorias nos serviços (segurança, higiene e alimentação) e facilidades de acesso à praia, firmaram parceria com o Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CECO/UFRGS, Brasil) para o desenvolvimento de seus planos de gestão de dunas frontais,tendo como método de auxílio o uso do Sistema de Informações Geográficas. Os resultados dessa parceria se encontram em dois documentos técnicos: 1) Diagnóstico para o plano de gestão das dunas frontais e o 2) Plano de gestão das dunas frontais, ambos protocolados na Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (Gruber, 2010a,b, 2011a,b).

O trabalho compreendeu a caracterização geral do sistema de dunas, por meio do levantamento a partir de fontes de dados primários e secundários. Os dados primários representam aqueles que atendem às necessidades específicas da pesquisa em andamento, como a identificação dos elementos presentes no sistema de dunas. Esse levantamento foi realizado por meio de visitas periódicas às áreas de estudo para sua caracterização, abrangendo observações, georreferenciamento de elementos de interesse, como acessos à praia, sangradouros, edificações, coleta de pontos de controle e registros fotográficos de campo. O levantamento de dados secundários contemplou pesquisa bibliográfica, cartográfica, hemerográfica e por sensoriamento remoto.

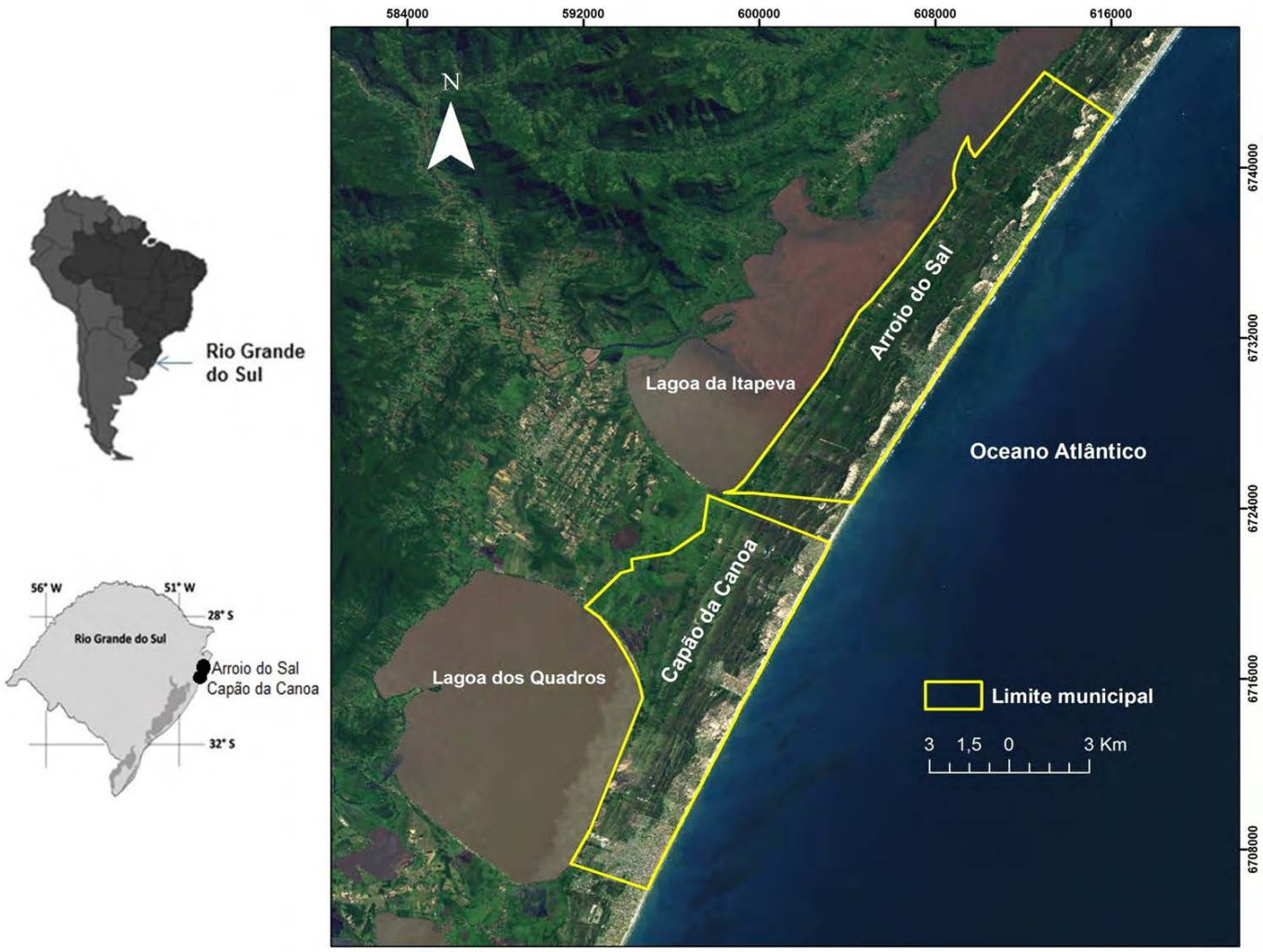

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, indicando os municípios de Capão da Canoa e Arroio do Sal, estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Figure 1 - Location map of the study area: Capão da Canoa city and Arroio do Sal city, Rio Grande do Sul State, Brazil.

3.1. Construção do sistema de Informações Geográficas (SIG)

3.1.1. Elaboração do banco de dados georreferenciados

A elaboração do banco de dados compreendeu a vetorização, em ambiente SIG, dos elementos de interesse existentes na orla do município,com uso de imagens de sensoriamento remoto, bem como a inserção de dados coletados em campo. As imagens utilizadas foram obtidas pela Digitalglobe, extraídas a partir do *software Google Earth*. Imagens deste satélite foram utilizadas por Li *et al.* (2005) para o mapeamento da linha de costa, com ótimos resultados de precisão. As imagens foram georreferenciadas através de pontos de controle coletados em campo. O Projeto em SIG foi elaborado em sistema de coordenadas em Projeção UTM e *Datum* WGS84, Fuso 22S.

Através de sensoriamento remoto, foi realizada a identificação e o mapeamento dos sistemas de drenagem junto à orla, dos sistemas de dunas frontais, das feições transversais às dunas frontais e à cobertura vegetal presente nas áreas de estudo. Além disso, foram mapeados elementos correspondentes ao uso da praia, como: acessos à praia, tanto de pedestres como de veículos, quiosques, ocupações irregulares, acessos funcionais e as áreas de escape de areia do sistema de dunas para a pavimentação presente na porção posterior do sistema. Posteriormente, em levantamento de campo, os elementos mapeados foram verificados/ confirmados, através de medições manuais e com auxílio de GPS, e foram inseridos no banco de dados do SIG, sendo estes estruturados no *software* ArcGIS 9.3.

3.1.2. Índices de vulnerabilidade costeira

Os índices de vulnerabilidade foram desenvolvidos utilizando-se uma lista de controle de vulnerabilidade (Tabajara *et al.*, 2012), no sentido de identificar os principais setores degradados do sistema de dunas frontais dos municípios de Arroio do Sal e Capão da Canoa. Esse método é utilizado para traçar o "delineamento do problema", no qual as principais características são listadas e avaliadas dentro de parâ-

metros do sistema costeiro: A - Morfologia das dunas; B - Condições da praia; C - Característica dos 200 m adjacentes ao mar e D - Pressão de uso (Tabela 1). Os índices de vulnerabilidade são estabelecidos em intervalos de 250 m de linha de costa, sendo que variam na proporção direta da fragilidade do sistema e indicam as áreas nas quais devem ser despendidos os maiores esforços de intervenção.

3.1.3. Análises em SIG

Com o banco de dados estruturado, além da espacialização e elaboração de mapas da situação atual da orla dos municípios, foi possível a realização de diversas análises para fins de diagnóstico e planejamento da gestão das áreas mais vulneráveis das dunas. Uma das análises possíveis foi a detecção das áreas mais suscetíveis aos impactos da sobre elevação do nível do mar por eventos de tempestade. Esta análise foi realizada por meio da modelagem de sobreelevação do nível do mar com base no resultado do levantamento topográfico, com a visualização de cenários de elevação do nível marinho.

O levantamento topográfico apresentado neste trabalho e utilizado para a modelagem foi realizado no município de Capão da Canoa, em um setor de 1800 m de comprimento. O levantamento foi realizado utilizando GPS de precisão em modo cinemático com correção em tempo real (RTK). A coleta de dados foi realizada no método *stop-and-go*, sendo a precisão métrica planar e altimétrica menor que 1 cm em todos os pontos coletados. Nesse caso, foram modelados episódios de sobre elevação do nível do mar considerando eventos de maré meteorológica ou por passagem de ciclones próximos à costa, para a definição dos ambientes mais suscetíveis a inundação. Os dados referentes a marés meteorológicas que ocorrem na costa do Rio Grande do Sul pela passagem de frentes frias vindas de sul e sudoeste são referentes aos trabalhos de Almeida *et al*. (1999) e Parise *et al*. (2009). Segundo os autores citados, as marés meteorológicas podem alcançar valores de sobreelevação do nível do mar entre 1,2m e 1,6m.

Através das ferramentas de geoprocessamento, foi possível realizar o cálculo das áreas e a medida da largura das dunas frontais e delimitar as Áreas de Proteção Permanente (APPs). A delimitação de APPs por meio da ferramenta específica de geoprocessamento que define uma região em torno de entidades geométricas (pontos, linhas ou polígonos), com base em critérios de distância, seguiu a legislação do órgão ambiental estadual - Documento Normativo para a

Tabela 1 - Parâmetros utilizados para a determinação do Índice de vulnerabilidade costeira para os municípios de Capão da Canoa e Arroio do Sal.

Table 1 - Parameters used for the determination of the coastal vulnerability index for the cities of Capão da Canoa and Arroio do Sal.

A – Morfologia da duna	B – condições da praia	C – características dos 200m adjacentes ao mar	D – Pressão de uso
Área superficial (m^2)	Largura do pós praia (m)	% de área de blowouts dentro do sistema	N° de acessos de veículos
Largura da duna (m)	Suprimento de areia	Fuga de areia do sistema para o continente	Densidade de caminhos de pedestre
Altura máxima da duna (m)	Brechas na face de praia	% de brechas no sistema de dunas	Estágio de urbanização
Processo de escarpamento	Largura das brechas na face de praia	% do lado marinho da duna vegetada	Nível de urbanização (%)
Estágios Evolutivos (Hesp, 1988*)	Dunas embrionárias	Se as recentes areias depositadas foram colonizadas por Blutaparon	Posição da urbanização
Declividade na face frontal marinha	Pista oblíqua	% de cobertura impenetrável	No de quiosque na praia
	Orientação da linha de costa/deriva	Existência de vegetação exótica	Nº de proprietários
	Índice de concavidade (%)	Oscilações da linha de costa desde 1976	
		Sangradouros	

2004): campos de dunas frontais - 60 m para as áreas urbanizadas e 300 m para as áreas ainda não urbanizadas. Dessa forma, a partir dos dados referentes ao traçado do primeiro cordão de dunas coletado em campo, o limite da APP foi definido, transformando esse limite imediato (dado) em informação.

Além das APPs de dunas, outros limites de APP's foram delimitados, conforme o Art.3º da Resolução nº. 303 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente de 20/03/2002 (CONAMA, 2002): 30 metros para sangradouros e corpos d'água (Inciso I, "a"); vegetação de restinga (Inciso IX); e campos de dunas transgressivos (Inciso XI).

4. Resultados e discussão

A identificação e o mapeamento das informações referentes ao estado e à conservação do sistema de dunas nos municípios estudados, assim como dos elementos referentes ao uso da praia, caracterizaram o sistema de dunas como formado por cordões de dunas descontínuos, de topografia irregular e muito segmentada pela ação antrópica e pela presença de cursos de água intermitentes (sangradouros), além de uma forte pressão da urbanização sobre a Área de Proteção Permanente. Um exemplo da espacialização dos dados nos Planos de Manejo de Dunas dos municípios de Capão da Canoa e Arroio do Sal pode ser observado nas Figuras 2 e 3.

O município de Capão da Canoa se caracteriza por uma matriz urbana, abrigando atividades sociais e produtivas, apresentando características de balneário para fins turísticos e de veraneio de segunda residência, e de moradia fixa, esta última em fase de expansão. Os vazios urbanos apresentam dunas frontais e campo de dunas vegetadas bem preservadas, que representam um ambiente de interesse especial devido à presença de banhados e campos de dunas significativos. Por não apresentar urbanização consolidada e possuir grandes sangradouros associados, esta área permite um local de pouso e alimentação notável para a avifauna costeira. As classes utilizadas no mapeamento da orla de Capão da Canoa partiram da observação de campo e das demandas apresentadas pela prefeitura municipal. Essas informações subsidiaram a definição das áreas mais degradadas e que necessitavam de intervenção imediata da prefeitura, a fim de preservar o campo de dunas frontais.

Nos balneários ao Norte deste município, os principais conflitos foram relacionados a ocorrências de falta de acesso à praia, manutenção da drenagem de canais pluviais, geralmente associada à existência de vias públicas sobre o sistema de dunas e utilizadas como acesso de veículos. Ao sul do município, os problemas relatados são relacionados com a demanda urbanística e de lazer da orla, sendo necessária a melhoria das condições do "calçadão" presente neste setor, com a recuperação do sistema de dunas frontal que o acompanha longitudinalmente, além da melhoria dos acessos à praia e manutenção da drenagem pluvial.

Contrariamente, o município de Arroio do Sal apresenta uma orla extensa e bem preservada, com áreas de dunas frontais ainda pouco comprometidas, quando comparada com a orla de Capão da Canoa. Ficou constatado que, em Arroio do Sal, os maiores problemas de erosão das dunas são causados por efeitos físicos naturais, como pelas marés meteorológicas, pelo deslocamento de sangradouro, que causam erosão no sistema de dunas adjacentes, e pela expansão da vegetação exótica. Essas informações constatadas subsidiaram a valoração e a qualificação das praias consideradas estratégicas por motivos ambientais ou turísticos, para identificar os melhores caminhos para o desenvolvimento das atividades específicas da orla costeira e para a defesa e conservação desse ambiente. Os principais conflitos foram relacionados à falta de manutenção da drenagem local. As áreas já urbanizadas entram em conflito com canais pluviais já existentes, devido à ocupação sobre as áreas de preservação permanente (30 metros das margens desses corpos d'água). Devido ao número de sangradouros existentes e de diferentes aportes, foi sugerido o uso restrito de máquinas para a abertura de canais apenas na zona de pós-praia, com a finalidade de preservar o sistema de dunas frontais da erosão provocada pela migração da desembocadura dos sangradouros na praia.

Os resultados do índice de vulnerabilidade,representado nas figuras 2 e 3, integram o banco de dados,servindo de base para as avaliações técnicas dos diferentes setores dos municípios de Capão da Canoa e Arroio do Sal. Quanto maior o índice de vulnerabilidade, maior é a fragilidade do sistema, sendo as áreas com altos índices as que necessitam de maiores esforços de intervenções / gestão. Um exemplo dessa integração de dados são o tipo de morfologia da duna frontal e sua cobertura vegetal associada. Portanto, quando se conjugam morfologias erosivas e baixa cobertura vegetal à forte pressão de uso, indicam-se estas áreas com maior suscetibilidade à degradação e, portanto, prioritárias a intervenções para a recuperação do ambiente.

Em ambos os municípios, os segmentos que apresentaram maior índice de vulnerabilidade estão associados à maior pressão de uso antrópico, como as áreas com implantação de calçadão, concentração elevada de quiosques de venda de bebidas e alimentos e áreas de lazer (ex: quadras de esporte) próximas às dunas ou sobre estas. Nessas áreas, com o aumento da oferta de serviços associados ao setor do turismo sazonal, aumenta o fluxo de pedestres e de veículos motorizados e, consequentemente, o número de caminhos abertos sobre o sistema de dunas. Esses caminhos ampliam a

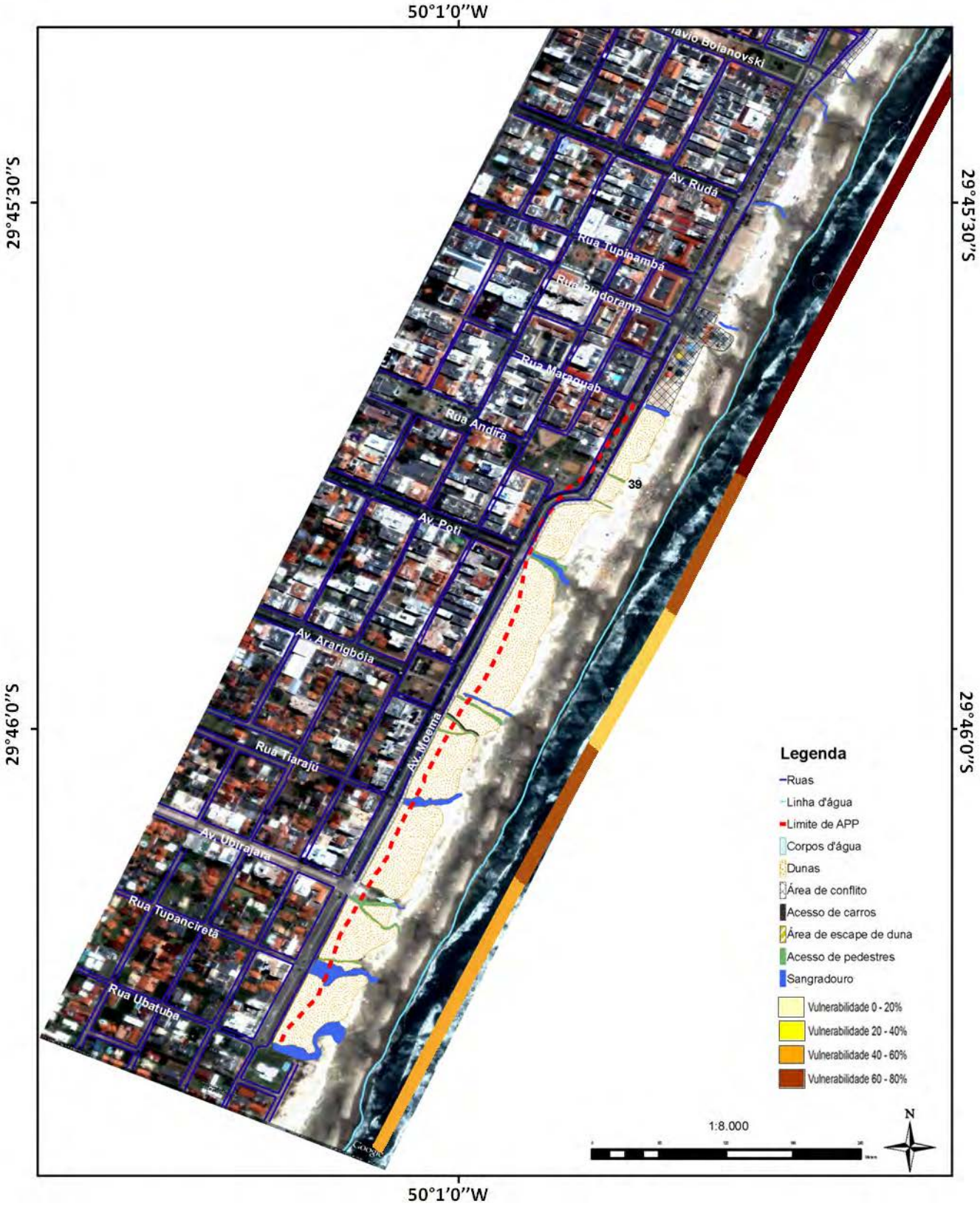

Figura 2 - Exemplificação da utilização da ferramenta SIG na análise dos dados espaciais no município de Capão da Canoa, Rio Grande do Sul, Brasil. Imagens do satélite, obtidas no *Google Earth*.

Figure 2 - Example of the use of a GIS for spatial data analysis in Capão da Canoa city, Rio Grande do Sul, Brazil

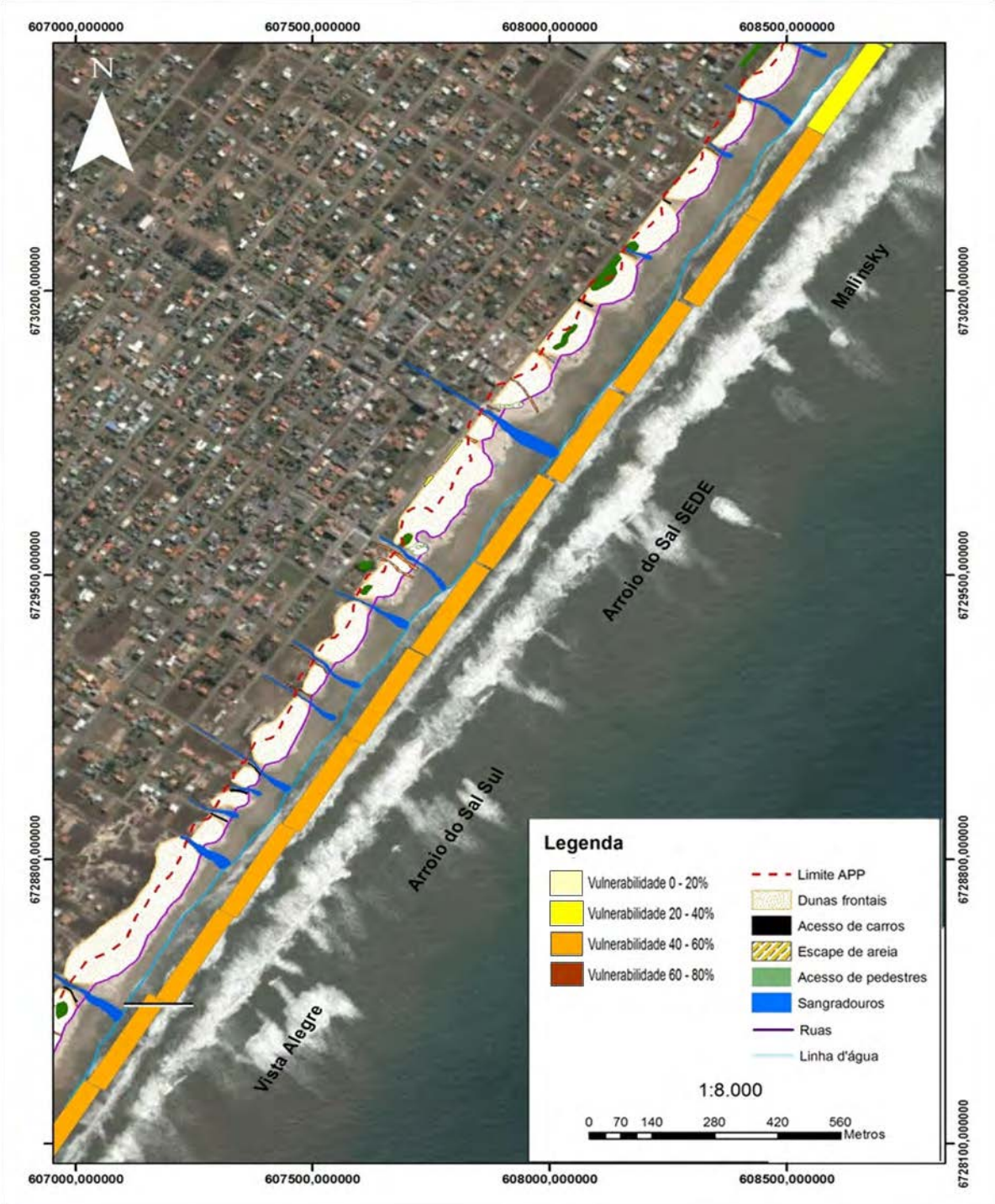

Figura 3 - Exemplificação da utilização da ferramenta SIG na análise dos dados espaciais no município de Arroio do Sal, Rio Grande do Sul, Brasil. Os algarismos presentes na imagem correspondem à setorização do município para a aplicação da vulnerabilidade.

Figure 3 - Example of use of a GIS for spatial data analysis in Arroio do Sal city, Rio Grande do Sul, Brazil.

degradação da vegetação existente e, posteriormente, contribuem para a formação de brechas no sistema de dunas.

Com uma grande quantidade de dados coletados, o uso do SIG possibilitou o gerenciamento dos recursos costeiros e a obtenção de dados múltiplos em grandes áreas e permitiu atualizações de forma rápida. Esse processo também dá suporte às atividades de campo, através da espacialização das unidades mapeadas, além da possibilidade de consulta ao banco de dados contendo informações referentes a cada entidade espacial de interesse.

O estabelecimento de limites imediatos pode ser útil para a determinação de áreas de exclusão para o uso e a ocupação, como, por exemplo, as áreas próximas dos sangradouros, áreas de proteção permanente ou áreas de risco de soterramento pela migração de dunas móveis. Assim, propostas de gestão nos diferentes setores da

orla podem ser realizadas, e a espacialização das intervenções/ ações sugeridas pode ser disposta espacialmente por meio do SIG e visualizadas na forma de mapas, sendo esta mais uma informação que compõe o banco de dados final do projeto/ estudo. O exemplo dessa espacialização pode ser visualizado na figura 4.

A intervenção apresentada nesse setor (figura 4) representa a situação de um importante sangradouro na divisa do balneário Praia do Barco e do Jardim Beira-Mar produzindo erosão e recuo do sistema de dunas frontais. O diagnóstico identificou o sangradouro pluvial urbano interceptado pelas areias transportadas pelo vento nordeste, acarretando a deriva do fluxo da água para o sul e erosão dos terrenos e ruas adjacentes. As ações e estratégias de manejo apresentadas foram: a preservação de 30 m de cada margem do sangradouro, atendendo à legislação (Código Florestal, Lei nº. 4.771/65, art. 2º), e a construção de um anteparo para direcionar o fluxo da corrente na margem sul da sua desembocadura; reconstrução da área degradada por ação do curso do sangradouro e estabilização das dunas frontais a barlavento do sangradouro através de espalhamento de cobertura morta e alinhamento de esteiras de contenção de areia transversais ao vento NE; replantio de mudas de espécies nativas (capim de praia – *Panicumracemosum*) na pós-praia, protegido por esteiras de contenção, instaladas a 6 metros da base do sistema de dunas remanescente, adjacentes ao sangradouro.

O levantamento topográfico detalhado de um trecho do sistema de dunas resultou em um modelo digital do terreno que serviu de base para a realização de uma modelagem da sobre elevação do nível do mar causada por forçantes meteorológicas, sendo que os resultados dessa modelagem indicaram que as áreas de sangradouros são as mais suscetíveis aos efeitos da erosão causada pela sobre elevação do nível do mar (Figura 5), sendo, dessa forma, possível propor intervenções para remediar as consequências negativas. Nesse caso, o uso do SIG foi essencial para a criação do modelo, demonstrando visualmente ao gestor como ocorre o avanço do mar sobre as dunas e a sua ligação com o sangradouro – área mais frágil a este fenômeno. A degradação desse ambiente ocorre em situações de erosão na face de praia ou no sistema de dunas ocasionadas pelo aumento de fluxo de escoamento de água em episódios de chuva excessiva e agravadas pela sobre elevação do nível do mar.

Em áreas com alto grau de urbanização, essas intervenções ocorrem, principalmente, no sentido de preservar a integridade do sistema de dunas; para tanto, foram sugeridas ações como a instalação de tubulação para o escoamento pluvial sob a crista da duna frontal, mantendo a continuidade do sistema. Além disso, o direcionamento da passagem de pedestres através da implantação de estruturas como passarelas também é um tipo de intervenção que visa à manutenção do sistema de dunas, protegendo a orla.

Por meio das técnicas de modelagem em SIG, também foi possível avaliar as diferentes técnicas de manejo a serem empregadas, comparando dois ou mais traçados prováveis, no que se refere a seus efeitos na proteção dos bens e imóveis presentes na porção reversa do cordão de dunas. A avaliação dos possíveis efeitos negativos que determinadas intervenções podem gerar serve para minimizar os prejuízos que essas intervenções poderão causar. Existem várias possibilidades para se avaliar antecipadamente os efeitos das intervenções, para evitar eventuais futuros efeitos negativos (Lang & Blaschke, 2009). Considerando que os sangradouros são as áreas mais vulneráveis à sobre elevação do nível do mar, a caracterização (número, área da bacia de drenagem, área impermeabilizada) dos sangradouros existentes em um setor da costa e a inserção dessas informações no SIG proporciona prever os possíveis efeitos que prováveis intervenções poderão causar, como, por exemplo, a retilinização dos canais de escoamento pluvial e direcionamento para uma única saída para o mar, tendo como objetivo diminuir a segmentação do sistema de dunas e, dessa forma, reduzir a vulnerabilidade à inundação da costa.

Como resultado final dos planos de gestão de dunas, são disponibilizadas as técnicas de gestão definidas para cada local em formato de planilha. Com a utilização e disponibilização de todos os dados do projeto em formato SIG, essas informações podem ser acessadas rapidamente, assim como alteradas caso o cenário ambiental seja modificado, ou caso as técnicas utilizadas não tenham atingido o resultado desejado.

A identificação de elementos ou ações que se deseja visualizar torna-se fundamental para os gestores de áreas litorâneas, pelo fato de o ambiente de dunas ser muito dinâmico, as ferramentas que permitam respostas rápidas se tornam extremamente úteis (Figura 6).

Além disso, a complementação do banco de dados georreferenciados pode ser realizada com informações posteriores, referentes à implementação do plano, visando ao gerenciamento das informações relativas às próprias estruturas implantadas efetivamente nos locais sugeridos no plano, como, por exemplo: extensão e largura das passarelas, material das estruturas, data de implantação das estruturas, observações, entre outras. O gerenciamento da zona costeira pode ser mais efetivo quando realizado com base nas informações atualizadas no SIG.

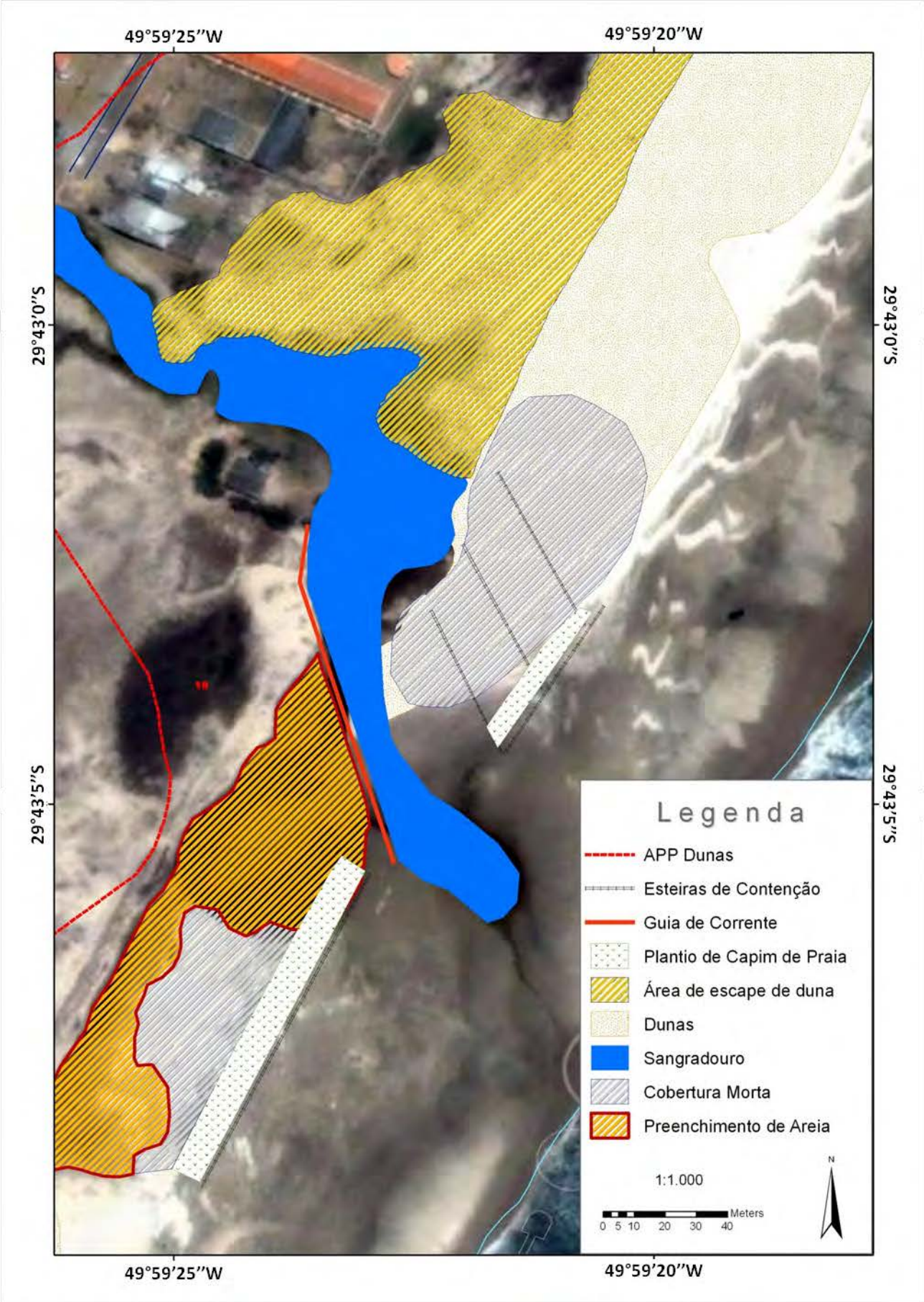

Figura 4 -Ações de gestão propostas para um segmento de *Capão da Canoa.*

Figure 4 - Suggested management actions for a coastal segment of the city of Capão da Canoa.

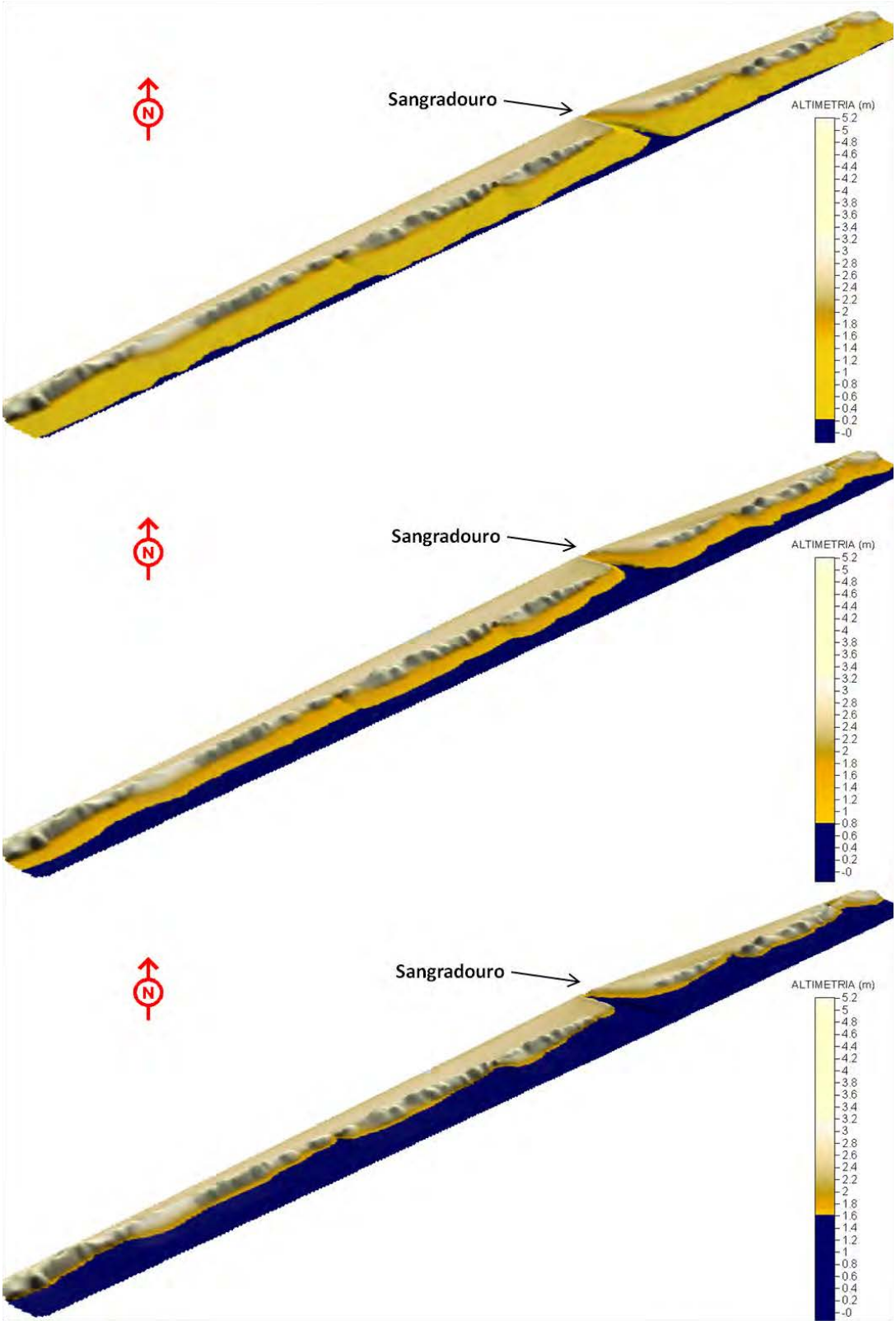

Figura 5 - Modelo tridimensional das dunas frontais de Capão da Canoa, com simulação da sobrelevação do nível do mar.

Figure 5 - 3D model of the fore dunes in the city of Capão da Canoa, and the simulation of storm surge sea level increase.

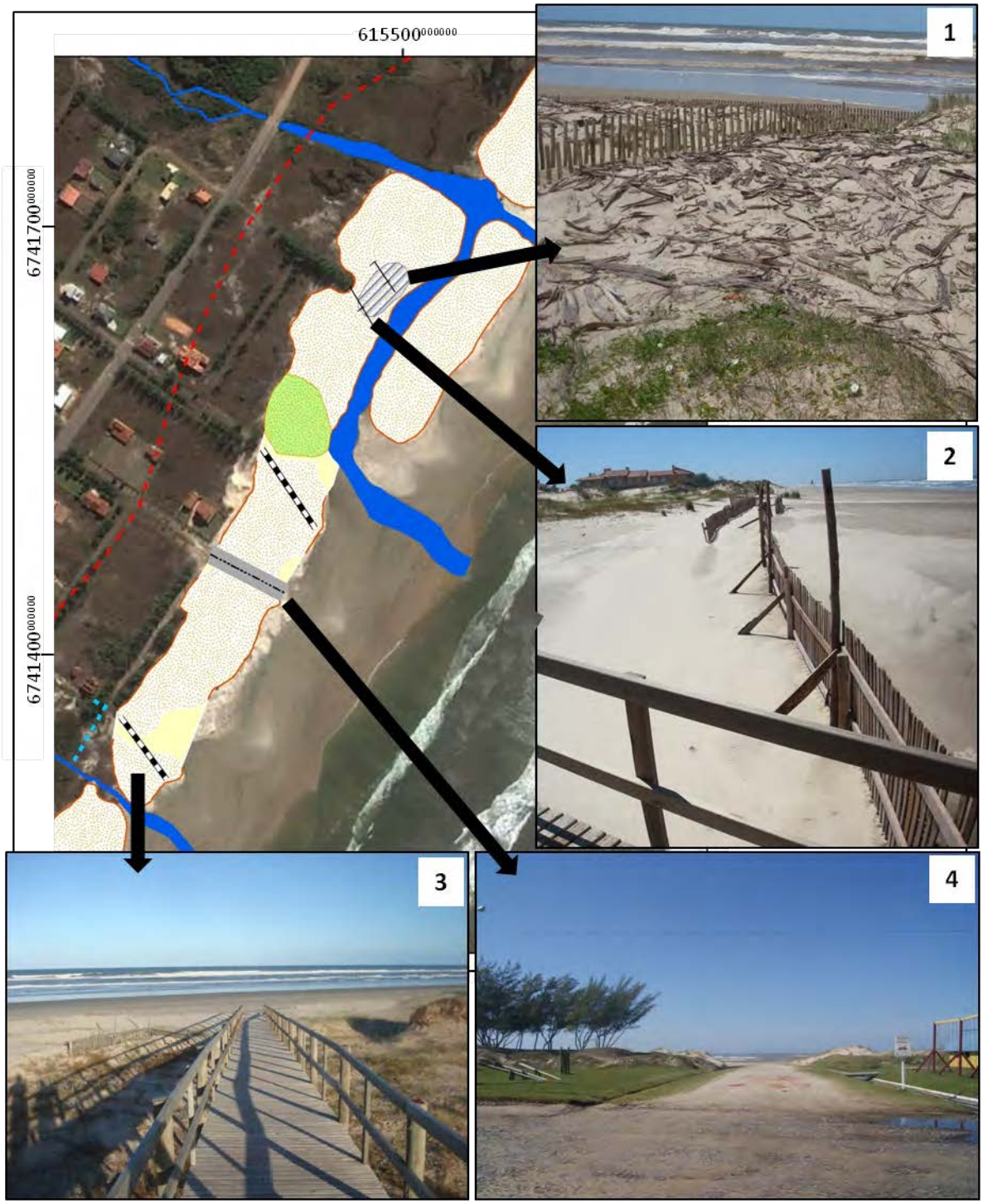

Figura 6 - Ações de gestão a serem empregadas num dos setores da costa dos municípios analisados: 1) colocação de cobertura orgânica (galhos secos ou cascas de árvores) sobre as dunas frontais para redução da ação do vento, 2) colocação de cercados para permitir a acumulação de sedimentos, 3) acessibilidade garantida a partir de estruturas como passarelas, 4) acessos à praia para veículos oficiais em missões de salvamentos e resgates, limpeza de resíduos sólidos ou fiscalização.

Figure 6 - Management actions to be employed in sectors of the coast in the analyzed cities: 1) placement of organic coverage (dry twigs or tree bark) over the foredunes to reduce wind action, 2) placement of fences to allow sediment accumulation, 3) pedestrian accessibility through structures such as walkways, 4) beach access for official vehicles in rescue, cleaning of solid waste or supervision missions.

4.1.1. SIG no Gerenciamento Costeiro

As zonas costeiras apresentam um caso especial para a manipulação e gestão de informações geográficas por constituírem a zona de interface entre dois tipos contrastantes de ambientes terrestre e marinho (Tolvanen & Kalliola, 2008). O SIG fornece uma valiosa forma de visualizar as informações e integrá-las em qualquer etapa do projeto, nomeadamente detecção, avaliação, planejamento, análise de uso, modelagem etc. (Figura 7).

Aplicado à gestão de dunas, um SIG é capaz de integrar e consolidar os dados operacionais e históricos, alimentando o processo de tomada de decisões na gestão de dunas, por exemplo, com informações gerenciais e estratégicas. Além disso, o SIG também pode integrar os dados de outros órgãos, tais como os dos demais municípios da região, de universidades e órgãos governamentais. Para os municípios, as vantagens se encontram na facilitação de armazenamento dos dados em um formato físico compacto, podendo ser mantidos e extraídos a um custo menor e com uma maior velocidade; as planilhas e as informações gráficas podem ser integradas e manipuladas simultaneamente; além do acompanhamento da evolução dos projetos de gestão, recuperação ou aceleração de degradações.

O uso do SIG ocupa, hoje, o topo da lista de ferramentas de apoio ao tratamento de informação espacial, existindo, atualmente, no mercado, uma vasta quantidade de *softwares*. As possibilidades de produtos que podem ser gerados em um SIG (mapas, modelos, tabelas, estatísticas, entre outros) podem subsidiar a elaboração de planos de gestão, mas de maneira mais ampla, podem dar subsídios ao gerenciamento costeiro em geral. Produtos cartográficos de apoio ao trabalho de campo, produtos finais de variação temporal de elementos costeiros (dunas, vegetação, linha de costa, etc.), além da inserção de dados alfanuméricos relacionados às feições mapeadas e possibilidade de atualização rápida da base de dados (entre outros exemplos de aplicações) demonstram o extremo potencial de um SIG aplicado à gestão costeira. Em um SIG, é possível a integração e manipulação rápida e eficaz de dados, de forma que a geração de informação subsidie tanto o diagnóstico quanto o gerenciamento de informações. A possibilidade de fazer atualizações, alterações e reconstruções de cenários de forma a proporcionar uma visão particular do problema discutido e a reavaliação instantânea de qualquer interferência prevista é uma característica relevante do SIG, tornando-o muito vantajoso com relação a outros procedimentos/técnicas utilizados no diagnóstico e na avaliação de ambientes.

Nesse contexto, o ordenamento da orla costeira pode ser facilitado pelo uso do SIG, uma vez que praticamente todas as informações sobre os ambientes costeiros podem ser georreferenciadas, constituindo um recurso fundamental do desenvolvimento sustentável e dando um contexto espacial ao amplo conteúdo de informações ambientais necessárias para o entendimento dessas áreas.

O uso dessa ferramenta tem sido aplicado nos mais diversos trabalhos em gerenciamento costeiro no mundo, em estudos com enfoques distintos. Como exemplos, pode- se citar: o estudo na *Catalunha*, Espanha, para dar suporte a decisões governamentais, em virtude da pressão exercida pela indústria do

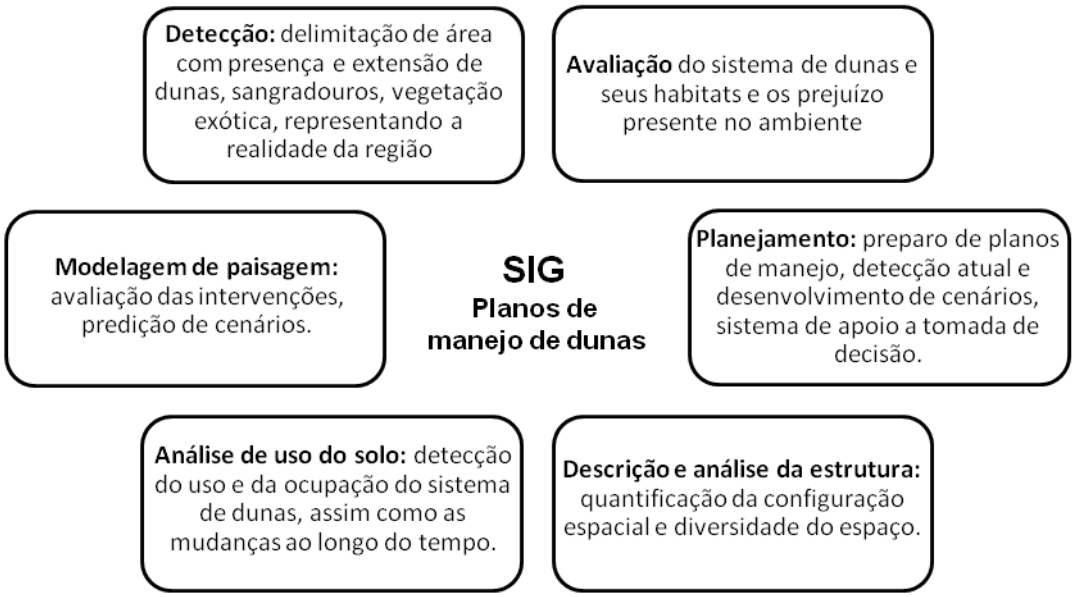

Figura 7 - SIG como ferramenta para a análise e formulação dos planos de gestão de dunas.

Figure 7 - GIS as a tool for the analysis and preparation of dunes' management plans.

turismo (Sarda *et al.*, 2005); na baía de Plenty, Nova Zelândia, para dar suporte ao desenvolvimento sustentável da aquicultura (Longdill *et al.*, 2008); na praia de *Coquina*, Estados Unidos, utilizando SIG para modelar o sistema de dunas em virtude da erosão ocasionada frequentemente pelas tempestades (Andrews *et al.*, 2002); no lago Huron, Canadá, utilizou-se SIG para monitorar a formação e evolução de corredores de deflação no sistema de dunas (Decha *et al.*, 2005); outras aplicações de SIG em estudos de sistemas eólicos também podem ser encontradas em Sánchez *et al.*(2005).

O sensoriamento remoto e SIG são muito utilizados também para monitorar mudanças ambientais e de uso da terra - movimentações da linha de costa, migração de canais de delta, expansão urbana e modificações de uso da terra (Chen *et al.*, 2005; Shalaby & Tateishi, 2007; Rodríguez *et al.*, 2009; Marino & Freire, 2013). Um estudo realizado na Grécia sumariza uma metodologia para fazer uma avaliação multidimensional em zonas costeiras utilizando ferramentas multi-critério em ambiente SIG (Kitsiou *et al.*, 2002). Outra aplicação dos SIG's é na modelagem de dispersão de óleo no oceano proveniente de vazamentos (Li *et al.*, 2001) e a determinação da sensibilidade costeira ao derramamento de óleo (Vafai *et al.*, 2013).

Investigações na zona costeira do Rio Grande do Sul (Brasil), visando dar subsídios ao gerenciamento costeiro com a utilização de SIG, vêm sendo realizadas, enfocando diferentes questões. Farina (2002) realizou uma modelagem para a expansão urbana no município de Rio Grande, litoral sul do Estado; Silva *et al.* (2011) realizaram um mapeamento do uso da terra e seus impactos na vulnerabilidade costeira como subsídio ao gerenciamento de riscos e adaptação costeira; no litoral médio do Estado, Silva & Tagliani (2012) realizaram um estudo para o planejamento ambiental da região; subsídios proporcionados pelo uso de SIG e Sensoriamento Remoto para o planejamento costeiro no litoral do Rio Grande do Sul foram analisados no trabalho de Silva *et al.* (2012). Gianuca & Tagliani (2012) avaliaram alterações da paisagem em áreas adjacentes a regiões com cultivo de *pinus* no litoral médio do Estado.

Para a elaboração de um plano de manejo de dunas, enfoque deste artigo, diversas informações devem ser levantadas, tanto relacionadas à dinâmica costeira quanto à dinâmica urbana/humana da área. Assim, estudos com diversos enfoques realizados na área a ser estudada devem ser levantados e analisados na etapa de diagnóstico, os quais subsidiarão o entendimento da referida área e, posteriormente, o planejamento da mesma (com a elaboração do Plano de Manejo). A facilidade de integração e avaliação de informações em ambiente SIG deve servir como estímulo para que todos os estudos na zona costeira sejam elaborados neste ambiente, gerando produtos georreferenciados e com banco de dados associado.

Os SIG's podem fornecer valiosas contribuições no apoio às tarefas e aos projetos de planejamento cada vez mais complexos (Lang & Blaschke, 2009). Nesse contexto, a criação de um Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o litoral do estado do Rio Grande do Sul, aplicado ao gerenciamento costeiro, traz em seu formato as concepções dos modelos descritos, através da identificação das pressões exercidas sobre o sistema costeiro, das modificações impostas a ele por essas pressões e dos impactos geoambientais decorrentes dessas modificações. Os diagnósticos e prognósticos elaborados constituem a base para as decisões e as ações integradas de políticas públicas (respostas), em níveis estadual, regional e municipal, devendo atender aos diversos instrumentos de planejamento, gerenciamento, fiscalização e controles ambientais existentes na zona costeira (Souza, 2003).

A utilização de um SIG pode promover e facilitar a troca de informações entre as instituições e, em longo prazo, pode permitir a integração de todas as informações em um único banco de dados estadual, auxiliando os órgãos municipais e estaduais nas tomadas de decisões. O elemento essencial em todo esse processo é a perspectiva de ocorrer colaboração mútua e benéfica entre os diferentes parceiros em uma escala temporal longa, além de que todos os conteúdos das informações estejam disponíveis abertamente para a sociedade. Nesse contexto, um "SIG dinâmico" (Gourmelon *et al.*, 2013), elaborado com a colaboração de órgãos/instituições envolvidos e a sociedade local (por meio de entrevistas para delimitação de zonas de usos – zona de atividade de pesca; áreas utilizadas para lazer etc. – e coleta de dados *in loco*), possibilita a integração de todos os dados e informações necessárias para um efetivo gerenciamento costeiro integrado.

5. Considerações finais

O desenvolvimento de projetos de gestão no sistema de dunas passa pela integração e análise de grande quantidade de dados, como a caracterização ambiental e de ocupação da orla, visando a sua setorização e a determinação de prioridades às intervenções e às demandas do município. A dinâmica das formas e dos processos atuantes na costa requer atualizações de dados constantes e de baixo custo.

Os dados integrados em ambiente SIG (acessos à praia, cursos de água, ocupações irregulares e loteamentos, usos dos ambientes de praia e dunas, presença de quiosques, setorização de áreas de pesca e de surfe, topografia, presença de vegetação nas dunas, entre outros) serviram como base para a identificação e o ordenamento dos diferentes usos e das atividades desenvolvidas na orla costeira, assim como para a obtenção da classificação das praias de acordo com seus

usos predominantes. Essa classificação possibilitou, em uma etapa posterior de análise e proposição de ações, o direcionamento das intervenções necessárias a serem realizadas na área de estudo.

Os resultados obtidos no estudo de caso exposto nesse artigo demonstram que o SIG é uma tecnologia de apoio fundamental para qualquer estudo que pretenda resolver problemas ambientais relacionados a planos de gestão de dunas.

Nos casos dos municípios de Capão da Canoa e Arroio do Sal, a delineação dos problemas existentes foi facilmente mapeada, de forma rápida e econômica, possibilitando fácil acesso e interpretação das informações elaboradas, auxiliando os gestores e a comunidade na identificação dos parâmetros que mais alteram o equilíbrio desses sistemas naturais. Os municípios aqui estudados apresentam uma extensa orla com distintos graus de urbanização, com suas áreas naturais de dunas frontais exibindo graves problemas de erosão, causados tanto por efeitos naturais, como os efeitos das ondas de ressacas, quanto por efeitos antrópicos, causados pelo deslocamento dos sangradouros e pela supressão da vegetação nativa, além de uma descaracterização do ambiente pelo plantio de vegetação exótica.

Com o intuito de preservar esse ambiente, deve-se realizar o controle das atividades de uso da orla e a recuperação das áreas degradadas com a utilização de estratégias de gestão, tais como: instalação de esteiras de contenção, plantio de vegetação nativa e retirada de vegetação exótica, controle para que não ocorra um avanço da urbanização sobre as áreas das dunas frontais, instalação de passarelas sobre as dunas e de acessos funcionais para carros oficiais (ex: veículos autorizados, como ambulâncias, fiscalização e policiamento).

No âmbito municipal, as vantagens se encontram na facilitação de armazenamento dos dados em um formato físico compacto, podendo ser mantidos e extraídos a um custo menor e com uma maior velocidade. As planilhas e as informações gráficas podem ser integradas e manipuladas simultaneamente, além do acompanhamento da evolução dos projetos de gestão, recuperação ou aceleração de degradações. Indo ao encontro da concepção de um sistema integrador de informações para a gestão costeira, a utilização de um SIG revela-se como essencial, possibilitando promover e facilitar a troca de informações entre instituições /municípios, e, em longo prazo, pode permitir a integração de todas as informações em um único banco de dados estadual, auxiliando os órgãos municipais, estaduais e até mesmo federais nas avaliações da zona costeira e nas tomadas de decisão.

Assim, a estrutura de projetos em SIG permitirá a atualização rápida dos bancos de dados e dos produtos básicos gerados e, automaticamente, gerará todos os produtos intermediários e finais. Com a identificação das pressões, das modificações ambientais e dos impactos das atividades antrópicas na zona costeira, as respostas e as ações de políticas públicas poderão ser melhor direcionadas rumo à implementação de um gerenciamento integrado da zona costeira mais consistente, que possa conduzir a um desenvolvimento sustentável mais efetivo.

Referências bibliográficas

Almeida, L.E.S.B; Rosauro, N.L.; Toldo J.R., E.E.; Gruber, N.S. (1999) -Avaliação da profundidade de fechamento para o litoral Norte do Rio Grande do Sul. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Belo Horizonte, MG, Brasil; Publicado em CD-ROM.

Andrews, B.D.; Gares, P.A.; Colby, J.D. (2002) - Techniques for GIS modeling of coastal dunes. *Geomorphology*, 48(1-3):289-308. DOI: 10.1016/S0169-555X(02)00186-1

CONAMA (2002) - *Resolução Nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente*. DOU nº 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, página 68. Disponível em http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html

Calliari, L.J.; Pereira, P.S.; de Oliveira, A.O.; Figueiredo S.A. (2005) - Variabilidade das dunas frontais no litoral norte e médio do Rio Grande do Sul, Brasil. *Gravel* (ISSN: 1678-5975), 3:15-30, Porto Alegre, RS, Brasil.

Câmara, G. (1995) - *Modelos, Linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos*. 264p., Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) São José dos Campos, SP, Brasil. Disponível em http://www.dpi.inpe.br/teses/gilberto/

Decha, J.P.; Mauna, M.A.; Pazner, M.I. (2005) - Blowout dynamics on lake Huron sand dunes: analysis of digital multispectral data from color air photos. *Catena*, 60(2):165-180. DOI: 10.1016/j.catena.2004.11.004

Devillers, R.; Lee, C.; Canessa, R.; Sherin, A. (eds.) (2013) - *CoastGIS Conference 2013: Monitoring and Adapting to Change on the Coast*. 230p., Victoria, British Columbia, Canada. Disponível em http://coinatlantic.ca/coastgis2013/docs/proceedings.pdf

Dueker, K.J. (1979) - Land resources information systems: a review of fifteen years' experience. *Geo-Processing* (ISSN 0165-2273), 1(2):105-128, Amsterdam, Netherlands.

Farina, F.C. (2002) - *Utilização de técnicas de geoprocessamento para seleção de áreas adequadas à expansão urbana: caso do município de Rio Grande - RS*. 124p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. *Não publicado.*

FEPAM (2004) - *Documento Normativo para a elaboração de Planos de Manejo de Dunas*. 2p., Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul (FEPAM), Porto Alegre, RS, Brasil. *Não Publicado.*

Fernandes, L.R.; Amaral R.F. (2013) - Paisagem costeira do litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte (Brasil): Evolução temporal e padrões espaciais dos campos de dunas móveis. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 13(1):45-59. DOI: 10.5894/rgci340.

Franchini, R.A.L. (2010) - *Diagnóstico de vulnerabilidade das dunas frontais do município de Arroio do Sal: contribuição para o plano de manejo de dunas*. 99p., Trabalho de conclusão de graduação, Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível em http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28452

Freire, O.D.S. (coord.) (2006) - *Projeto Orla: Fundamentos para Gestão Integrada.* Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 74p., Brasília, DF, Brasil. Disponível em http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/spu/publicacao/081021_PUB_ProjOrla_fundamentos.pdf

Gianuca, K.S.; Tagliani, C.R.A. (2012) - Análise em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) das alterações na paisagem em ambientes adjacentes a plantios de pinus no Distrito do Estreito, município de São José do Norte, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 12(1):43-55. DOI: 10.5894/rgci285

Gourmelon, F.; Le Guyader, D; Fontenelle, G. (2013) - A dynamic GIS as an efficient tool for ICZM (Bay of Brest, Western France)? *CoastGIS Conference 2013: Monitoring and Adapting to Change on the Coast*, pp.92-95, Victoria, British Columbia, Canada. Available at http://coinatlantic.ca/coastgis2013/docs/proceedings.pdf

Gruber, N.L.S; Strohaecker, T.M; Tabajara, L.L.C.A.; Portz, L, Manzolli, R.P; Cheiran Pereira, F.C; Rekowsky, L.; Dadda, M.D.; Chites, R.; Oliveira, R.M.; Franchini, R.A.L. (2010a) - *Diagnóstico para o plano de manejo das dunas frontais do município de Capão da Canoa-RS.* CECO/IG/UFRGS, Prefeitura Municipal de Capão da Canoa, Documento Técnico, 104p., Porto Alegre, RS, Brasil. *Unpublished*.

Gruber, N.L.S; Strohaecker, T.M; Tabajara, L.L.C.A.; Portz, L, Manzolli, R.P; Cheiran Pereira, F.C; Rekowsky, L.; Dadda, M.D.; Chites, R.; Oliveira, R.M.; Franchini, R.A.L. (2010b) - *Plano De Manejo Das Dunas Frontais Do Município De Capão da Canoa-RS.* CECO/IG/UFRGS, Prefeitura Municipal de Capão da Canoa, Documento Técnico, 84p., Porto Alegre, RS, Brasil. *Unpublished*.

Gruber, N.L.S; Strohaecker, T.M; Tabajara, L.L.C.A.; Portz, L, Manzolli, R.P; Zasso, L.; Oliveira, J.F.; Oliveira, R.M.; Franchini, R.A.L.; Caetano, F.S.; Pereira, F.C; Monteiro, L.; Hahn, A.R.; Ferronatto, J.P.F. (2011a) - *Diagnóstico para plano de manejo das dunas frontais do município de Arroio do Sal-RS.* CECO/IG/UFRGS, Prefeitura Municipal de Capão da Canoa, Documento Técnico, 164p., Porto Alegre, RS, Brasil. *Unpublished*.

Gruber, N.L.S; Strohaecker, T.M; Tabajara, L.L.C.A.; Portz, L, Manzolli, R.P; Zasso, L.; Julio Fernandes de Oliveira, J.F.; Oliveira, R.M.; Franchini, R.A.L.; Caetano, F.S. Pereira, F.C; Monteiro,L.; Hahn, A.R.; Ferronatto, J.P.F. (2011b) - *Plano de Manejo das Dunas Frontais do Município de Arroio do Sal-RS.* CECO/IG/UFRGS, Prefeitura Municipal de Capão da Canoa, Documento Técnico, 124p., Porto Alegre, RS, Brasil. *Unpublished*.

Hesp, P.A. (2002) - Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology,* 48(1-3):245-268. DOI: 10.1016/S0169-555X(02)00184-8.

Hesp, P.A. (1988) - Morphology, dynamics and internal stratification of some established foredunes in southeast Australia. *Sedimentary Geology*, 55(1-2):17-41. DOI: 10.1016/0037-0738(88)90088-7

Kitsiou, D.; Coccossis, H.; Karydis, M. (2002) - Multi-dimensional evaluation and ranking of coastal areas using GIS and multiple criteria choice methods. *The Science of the Total Environment*, 284(1-3):1-17. DOI: 10.1016/S0048-9697(01)00851-8

Lang, S.; Blaschke, T. (2009) - *Análise da paisagem com SIG*. 424p., Oficina de Textos, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8586238783.

Li, R.; Di, K.; Ma, R. (2001) - A Comparative Study of Shoreline Mapping Techniques. *In*: Darius J. Bartlett; Jennifer L. Smith (org.), *GIS for coastal zone management*, pp.53-60, Chapter 3, CRC Press, New York, USA. ISBN 0-415-31972-2.

Longdill, P.C.; Healy, T.R.; Black, K.P. (2008) - An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. *Ocean & Coastal Management*, 51:612-24. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2008.06.010

Marino, M.T.R.D.; Freire, G.S.S. (2013) - Analysis of the shoreline evolution between the Future and Porto das Dunas Beaches, Fortaleza Metropolitan Region (FMR), Ceará State, Brazil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 13(1):113-129. DOI: 10.5894/rgci373

Pan, P.S.Y. (2001) - Monitoring Coastal Environments Using Remote Sensing and GIS. *In*: Darius J. Bartlett; Jennifer L. Smith (org.), *GIS for coastal zone management*, pp.61-75, Chapter 4, CRC Press, New York, USA. ISBN 0-415-31972-2.

Parise, C.K.; Calliari, L.J.; Krusche, N. (2009) - Extreme storm surges in the south of Brazil: atmospheric conditions and shore erosion. *Brazilian Journal of Oceanography*, 57(3):75-188. DOI: 10.1590/S1679-87592009000300002.

Phinn, S.R.; Menges, C.; Hill, G.J.E.; Stanford, M. (2000) - Optimizing remotely sensed solutions for monitoring, modeling, and managing coastal environments. *Remote Sensing Environment*, 73:117–32. DOI: 10.1016/S0034-4257(00)00087-0.

Portz, L.; Manzolli, R.P.; Gruber, N.L.S.; Correa, I.C.S. (2010) - Tourism and degradation in the coastline of Rio Grande do Sul: conflicts and management. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* (ISSN: 1518-952X), 22:153-166, Curitiba, PR, Brasil. Disponível em http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs-2.2.4/index.php/made/article/view/20351/13512.

Portz, L.; Manzolli, R.P.; Corrêa, I.C.S. (2011) - Ferramentas de gestão ambiental aplicadas na zona costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada* (ISSN: 1646-8872), 11(4):459-470. DOI: 10.5894/rgci278.

Rodríguez, I.; Montoya, I.; Sánchez, M.J.; Carreño, F. (2009) - Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management. *Geomorphology,* 107(1-2):100-105. DOI: 10.1016/j.geomorph.2007.05.023

Sánchez, M.J.; Rodríguez, I.; Montoya, I.; Carreño, F. (2005) - GIS technology to calculate aeolian transport. *International Symposium for GIS and Computer Mapping for Coastal Zone Management*, 7, pp. 291–292, Aberdeen, UK. Publicado em CD-ROM.

Santos, R.F. (2004) - Planejamento ambiental: teoria e prática. 184p. Oficina de Textos, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 9788586238628.

Sarda, R.; Avila, C.; Mora, J. (2005) - A methodological approach to be used in integrated coastal zone management processes: the case of the Catalan Coast (Catalonia, Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 62(3):427-439. DOI: 10.1016/j.ecss.2004.09.028.

Serpa, C.G. (2008) - *Estudo da influência dos fatores climáticos e hidrológicos no ciclo morfodinâmico praial de um sangradouro intermitente, praia do Cassino, Brasil.* 97p. Dissertação de mestrado, Pós-Graduação em Engenharia Oceânica da Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil. Disponível em: http://www.engenhariaoceanica.furg.br/arquivos/serpa,c.g.pdf.

Shalaby, A.; Tateishi, R. (2007) - Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, 27(1):28–41. DOI:10.1016/j.apgeog.2006.09.004

Silva, T.S.; de Freitas, D.; Tagliani, P.R.A.; Farina, F.C.; Ayup-Zouain, R.N. (2011) - Land use change impact on coastal vulnerability: subsidies for risk management and coastal adaptation. *International Symposium for GIS and Computer Mapping for Coastal Zone Management,* pp. 54-59, Oostende, Bélgica. Publicado em CD-ROM.

Silva, T.S.; Rosa, M.L.; Farina, F. (2012) - GIS applied to integrated coastal zone and ocean management: mapping, change detection and spatial modeling for coastal management in southern Brazil. *In:* Alam, B.M. (Ed.), *Application of Geographic Information Systems*, pp.219-240, InTech, Rijeka, Croatia. DOI: 10.5772/47840. Available at: http://www.intechopen.com/books /application-of-geographic-information-systems/gis-applied-to-integrated-coastal-zone-and-ocean-management-mapping-change-detection-and-spatial-mod.

Silva, T.S.; Tagliani, P.R.T. (2012) - Environmental planning in the medium littoral of the Rio Grande do Sul coastal plain - Southern Brazil: elements for coastal management. *Ocean & Coastal Management*, 59: 20-30. DOI: 10.1016/j.ocecoaman. 2011.12.014.

Soil Conservation Service (1986) - *Beach Dunes - their use and management*. 32p., Soil Conservations Service of NSW, Sidney, Australia.

Souza, C.R. de G. (2003) - Um Sistema de Informações Geoambientais para o litoral de São Paulo. *Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário,* Recife, PE, Brasil. Publicado em CD-ROM.

Tabajara, L.L.; Gruber, N.S.; Portz, L. (2012) - Dunas frontais de Xangri-Lá, litoral Norte do RS: inventário, classificação e escolha de áreas prioritárias ao manejo. *Pesquisas em Geociências* (ISSN 1518-2398), 39(1):35-52, Porto Alegre, RS, Brasil. Available at http://www.ufrgs.br/igeo/pesquisas/3901/3-3901.pdf

Toldo Jr., E.E.; Dillenburg, S.R.; Almeida, L.E.S.B.; Tabajara, L.L.; Martins, R.R.; Cunha, O.B.P. (1993) - Parâmetros morfodinâmicos da praia de Imbé-RS. *Pesquisas em Geociências* (ISSN 1518-2398), 20(1):27-32, Porto Alegre, RS, Brasil.

Tolvanen, H.; Kalliola, R. (2008) - A structured approach to geographical information in coastal research and management. *Ocean & Coastal Management,* 51(6):485-494. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2008.04.001.

Tomazelli, L.J.; Villwock, J. A. (1992) - Considerações sobre o ambiente praial e a deriva litorânea ao longo do litoral norte do Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociências* (ISSN 1518-2398), 19(1):3-12, Porto Alegre, RS, Brasil.

Vafai, F.; Hadipour, V.; Hadipour, A. (2013) - Determination of shoreline sensitivity to oil spills by use of GIS and fuzzy model. Case study – The coastal areas of Caspian Sea in north of Iran. *Ocean & Coastal Management*, 71:123-130. DOI: 10.1016/ j.ocecoaman.2012.05.033

Villwock, J.A. (1984) - Geology of the coastal province of Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociências* (ISSN 1518-2398), 16: 5-49, Porto Alegre, RS, Brasil.

Villwock, J.A. (1994) - A costa brasileira: geologia e evolução. *Notas Técnicas* (ISSN 0104-4303), 7:38-49, CECO/IG/UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

Weschenfelder, J.; Zouain, R.N.A. (2002) - Variabilidade Morfodinâmica das Praias Oceânicas entre Imbé e Arroio do Sal, RS, Brasil. *Pesquisas em Geociências* (ISSN 1518-2398), 29(1): 3-13, Porto Alegre, RS, Brasil.

Wright, L.D.; Short, A.D. (1984) - Morphodynamic variability of beaches and surfzones: A synthesis. *Marine Geology,* 56(1-4):93-118. DOI: 10.1016/0025-3227(84)90008-2.