

---

• Revista de  
**Gestão Costeira Integrada**

---

Journal of Integrated  
**Coastal Zone Management**

---

VOL. 15(2): June 2015  
Junho

---

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

ISSN: 1646-8872



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

**Volume 15, Issue 2**  
**June 2015**

**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>

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

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

**Correspondence: [rgci.editor@gmail.com](mailto:rgci.editor@gmail.com)**

**Publishers**

APRH / CIMA / UNIVALI

**Secretariat**

J. A. Dias (CIMA), Ana Estêvão (APRH)

**Formatting and pagination**

Ana Gomes (CIMA), A. Silva (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 Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*

**15(2) – June 2015**

**Table of Contents**

**Articles**

Laura Ribas de Almeida Venerando Eustáquio Amaro Ana Maria Teixeira Marcelino Ada Cristina Scudelari	135	Avaliação do clima de ondas da praia de Ponta Negra (RN, Brasil) através do uso do SMC-Brasil e sua contribuição à gestão costeira
Yorgos Stratoudakis Flávio Fernández Miguel Henriques João Martins Rogélia Martins	153	Situação ecológica, socioeconómica e de governança após a implementação do primeiro plano de ordenamento no Parque Marinho Professor Luiz Saldanha (Arrábida, Portugal): I – informações e opiniões dos pescadores
Yorgos Stratoudakis Flávio Fernández Miguel Henriques João Martins Rogélia Martins	167	Situação ecológica, socioeconómica e de governança após a implementação do primeiro plano de ordenamento no Parque Marinho Professor Luiz Saldanha (Arrábida, Portugal): II – percepções de utentes
Daniel Augusta Zacarias	179	Turismo em áreas balneares: uma análise da interação entre residentes e visitantes na Praia do Tofo, Moçambique
Fátima L. Collaço Sílvia M. Santor Edison Barbieri	193	Uso do geoprocessamento para definição de áreas para o cultivo de ostras na região estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil
Rodrigo Randow Freitas Paulo Roberto Armanini Tagliani Luís Henrique da Silva Poersch	209	Geoprocessamento aplicado na carcinicultura marinha em São José do Norte, Rio Grande do Sul, Brasil
Andréia Vigolo Lourenço Milton Lafourcade Asmus	223	Gestão Ambiental Portuária: fragilidades, desafios e potencialidades no porto do Rio Grande, RS, Brasil
Tatiane Oliveira Delamare Adriano Luís Heck Simon Simone Emiko Sato	237	Dinâmica de uso da terra e alterações na linha de costa lagunar: estudo em uma Colônia de Pescadores de Pelotas, RS, Brasil
Camila Longarete Briana A. Bombanaa Marcela A. Mascarello	249	Análise do grau de artificialização: estudo de caso das Praias Brava, Itajaí (Santa Catarina, Brasil) e Brava, Punta del Este (Maldonado, Uruguai)
Nietzsche Gschwendtner Martins Diego Andre Rodrigues Glaydston Mattos Ribeiro Rodrigo Randow de Freitas	265	Avaliação da atividade pesqueira numa comunidade de pescadores artesanais no Espírito Santo, Brasil
Fátima L. Collaço Sílvia M. Santor; Edison Barbieri	277	Cultivo de Bijupirá ( <i>Rachycentron canadum</i> ) em Cananeia, SP, Brasil. Avaliação da viabilidade utilizando geoprocessamento



## **Avaliação do clima de ondas da praia de Ponta Negra (RN, Brasil) através do uso do SMC-Brasil e sua contribuição à gestão costeira\***

Laura Ribas de Almeida<sup>@, a</sup>; Venerando Eustáquio Amaro<sup>b</sup>;  
Ana Maria Teixeira Marcelino<sup>a</sup>; Ada Cristina Scudelari<sup>c</sup>

### **Resumo**

Para o planejamento e gestão efetivos da orla marítima, visando a implantação de obras de engenharia para contenção da erosão e a manutenção da linha de praia, é imprescindível o conhecimento dos forçantes hidrodinâmicos atuantes, destacando-se o clima de ondas. No Brasil há uma carência de dados de ondas, que pode ser suprida através de bancos de dados gerados através de modelos numéricos (dados de reanálise e com *downscaling*), tal como o proposto pela Universidade de Cantábria/Espanha, cuja base de dados de ondas foi disponibilizada para o Brasil através do SMC-Brasil, que visa a transferência dessa base de dados, além de ferramentas e metodologia para uma melhor gestão do litoral brasileiro. Este trabalho utilizou o SMC-Brasil para analisar o clima de ondas da região costeira da praia de Ponta Negra localizada em Natal/RN, Nordeste do Brasil, que possui elevada importância turística, com amplo crescimento e ocupação urbana nas últimas décadas. O ponto selecionado como representativo do regime de ondas incidentes, localizado a uma cota batimétrica de 20m, na latitude 5,8775°S/longitude 35,0301°W, apresenta as seguintes características de clima de ondas: predominância de ondas de leste-sudeste (ESE) em mais de 75% dos estados de mar, seguido de ondas de leste (E=20%), sudeste (SE=3%) e leste-nordeste (ENE=2%). Sazonalmente, a predominância de ondulações provenientes de ESE ocorre em todas as estações do ano, porém no verão (Dezembro a Fevereiro) nota-se o aumento na participação de ondas provenientes de E. A altura de onda significativa (Hs) varia entre 0,5m e 2,8m, com 75% dos estados de mar apresentando ondas inferiores a 1,6m. Ondas com Hs superior a 2,6m apresentam um período de retorno probabilístico de aproximadamente 10 anos. Em relação aos períodos de pico (Tp), os valores variam entre 4s e 20s, sendo que 75% dos estados de mar apresentam Tp inferior a 8s. Ondas com Tp superior a 18s apresentam um período de retorno probabilístico de mais de 10 anos. A análise da distribuição conjunta de Hs-Tp e Hs-Dir mostra que no ponto selecionado as ondas mais frequentes são as com Hs entre 1,3 e 1,7m, Tp em torno de 8s, provenientes da direção em torno de 110°. Na propagação dos casos espectrais verificou-se que a região sul da praia de Ponta Negra (área do Morro do Careca) é protegida da ondulação, alcançada por valores máximos de Hs de cerca de 1,5m em eventos de tempestade. Isso ocorre tanto devido aos efeitos de difração e refração, mais evidentes nas ondulações de ESE e SE, quanto também aos efeitos de perda de energia devido ao fundo marinho deste setor, que apresenta uma batimetria mais suave, sendo mais dissipativa. Deste modo, destaca-se o aumento à exposição das ondas de sul para norte na praia de Ponta Negra, em direção à Via Costeira, com ondas de até 2,5m alcançando a linha de costa em eventos de tempestade. Os resultados deste estudo têm implicações relevantes para a gestão da zona costeira, como subsídio à melhoria do planejamento e gestão da orla, nas tomadas de decisões sobre o uso e ocupação dos terrenos próximos à linha de costa. Sugere-se que modelos similares sejam aplicados em outros locais como base para as ações de intervenção humana, em concordância com os princípios de gestão integrada e sustentável da zona costeira.

**Palavras chave:** base de dados de ondas, zona costeira, Sistema de Modelagem Costeira do Brasil.

@ Corresponding author to whom correspondence should be addressed: <lauraribas.a@gmail.com>

<sup>a</sup> Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA), Av. Nascimento de Castro nº 2127, CEP 59056-450, Natal, RN, Brasil.

<sup>b</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Geologia. Campus Universitário CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

<sup>c</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Civil. Campus Universitário CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

\* Submission: 28 JUN 2014; Peer review: 11 AUG 2014; Revised: 8 OCT 2014; Accepted: 18 NOV 2014; Available on-line: 20 NOV 2014



**Abstract**

*Wave Climate Assessment on the Ponta Negra Beach (RN, Brazil) using SMC-Brasil and its contribution to coastal management*

For effective planning and management of the coastline, from the implementation of engineering projects to contain erosion to the maintenance of the coastline, it is imperative to understand the hydrodynamic forces that influence coastal morphodynamics, especially wave climate. In Brazil instrumental data collection of waves on a large scale, systematically and in long and continuous time series is still challenging. Aiming fill this gap, some countries have developed methodologies which use numeric models, involve the reanalysis of previous data and perform downscaling in order to generate wave databases. One of these databases was proposed by the University of Cantabria, Spain and was used by SMC-Brasil, which aims to use the database, tools and methodology to improve the management of the Brazilian coast. This study used this database to analyze wave climate of coastal region of Ponta Negra beach located in Natal, northeast Brazil. Ponta Negra beach is important because of its fame for tourism and because it is a driving force behind the urban growth in this area. The wave climate was analyzed here as a basis of the beach erosion dynamics study in the region, as well as to develop a contribution to the management of public policy regarding seafront construction. Ponta Negra beach is a headland-bay beach located in the eastern sector of Rio Grande do Norte state. It is comprised of two sections: Ponta Negra beach itself and the beach along the Via Costeira, which extends to the North. The assessment of the role of wave climate at a point located at 20m depth in the continental shelf (latitude 5.8775°S / longitude 35.0301°W) by evaluating the SMC-Brasil wave database. The wave climate near the beach was determinate by the propagation of spectral wave cases associated with storms and normal conditions, at high and low tide. This representative point exhibited the following wave climate characteristics: predominance of waves from East-Southeast (ESE) and it represented more than 75% of the wave direction, followed by waves from the East (E=20%), Southeast (SE=3%) and East-Northeast (ENE=2%). The seasonal variation in wave direction is slight and the predominant direction is ESE in all seasons; however, in summer (the months of December, January and February), an increase in waves from the East can be observed. The significant wave height (Hs) is between 0.5m and 2.8m and the waves are below 1.6m in 75% of sea states. Waves with an Hs higher than 2.6m showed a probabilistic return period of approximately 10 years. For peak periods (Tp), the values range from 4s to 20s and the Tp is below 8s in 75% of sea states. Waves with a Tp higher than 18s showed a probabilistic return period of more than 10 years. The analysis of the joint distribution of Hs to Tp and Hs to Direction shows that at this point, the most frequent waves are those with an Hs between 1.3 and 1.7m, a Tp around 8s and from an 110° direction. Based on the results obtained from the propagation of spectral wave cases during storms and under normal conditions, it can be seen that one of the characteristics of Ponta Negra beach is a wave height gradient with lower values in the southern region and increasing values along the Via Costeira. This is due to the effects of diffraction and refraction seen mainly in the SE and ESE waves and to the effects of energy loss because of the bathymetry in the southern region of Ponta Negra beach is typically gentler than the bathymetry in the North, with dissipative characteristics. In the protected area near Morro do Careca the maximum Hs values were registered at 1.5m while in the northern region towards the Via Costeira waves up to 2.5m were seen to reach the coastline during storms. By comparing the results from high and low tide wave propagations, it was found that in low tide the waves with the highest significant wave height reached the coastline. Visual assessments of the beach also showed that under these conditions and due to the erosion processes taking place at the coastline and the loss of sediment at the backshore of various sections of Ponta Negra beach, the waves reach the urban structures on the shoreline and are leading to its deterioration. And so, it can be concluded that based on the knowledge of the wave climate in a region such as Ponta Negra beach and based on the database from SMC-Brasil it is possible to plan, manage and take action to protect the coastal area more effectively and sustainably. Currently, the majority of the projects undertaken in the coastal zone do not take studies of marine dynamics into consideration and thus they are inefficient and have caused huge social, environmental and economic long-term damage. Through the use of the tools provided by SMC-Brasil, it has been shown that it is possible to obtain data and put it to use in the planning and management of the coastline. Thus, the results of this study have major implications for coastal zone management, as contribution to improve planning and management of seafront infrastructure, in decisions about the use and occupation of land near the coastline. It is suggested that similar models are implemented in other locations as the basis for the actions of human intervention, in accordance with the principles of integrated and sustainable management of the coastal zone.

**Keywords:** wave database, coastal zone, Coastal Modeling System of Brazil.

**1. Introdução**

As ondas, juntamente com marés e ventos, tornam a zona costeira um setor altamente dinâmico, intervindo de maneira significativa na mobilização, circulação e transporte de sedimentos, definindo as características morfológicas das praias. As condições da agitação marítima são influenciadas por fatores climáticos com variabilidades em diferentes escalas temporais, por processos não-lineares que controlam os estados de mar

no decorrer de décadas, estações do ano e pelas flutuações de curto prazo de condições de climas locais (Reguero et al., 2012).

Portanto, nos estudos sobre a dinâmica costeira são imprescindíveis os diagnósticos das condições da agitação marítima em séries sistemáticas e contínuas, sobretudo na caracterização do clima de ondas que alcança a linha de costa, que interagem com as feições naturais ou antrópicas instaladas nos diversos setores da

faixa costeira. A relevância desses estudos em regiões específicas do litoral reside no estabelecimento de parâmetros físicos precisos, que são subsídios fundamentais aos estudos de engenharia costeira e oceânica (Liu & Losada, 2002). Tais parâmetros são aplicados em projetos de mitigação de processos erosivos instalados em praias urbanas, na condução de operações seguras de navegação, em projetos portuários e de plataformas petrolíferas, entre outras obras de engenharia; além de apoio à gestão costeira uma vez que é comum a existência de conflitos entre os aspectos de conservação/preservação ambiental e os interesses dos investidores privados e do poder público local na apropriação da zona costeira, por meio da privatização da região adjacente à linha de costa e/ou da implantação de equipamentos urbanos públicos (Marcelino, 1999).

As informações sobre o clima de ondas têm sido obtidas através de instrumentos como boias e satélites altimétricos, porém as boias geram medidas espacialmente pontuais e temporalmente reduzidas ou com interrupções, enquanto os satélites apresentam séries de coleta de dados a partir do ano de 1992 e com resolução temporal irregular (Reguero *et al.*, 2012). Junta-se a isso o fato de que se enfrenta no Brasil uma escassez de bases de dados coletados *in situ*, representativos e de alta qualidade, que permitam a caracterização confiável do clima de ondas nas diversas regiões do extenso litoral brasileiro. A carência de séries longas de dados de ondas, temporalmente contínuas e espacialmente abrangentes, foi demonstrada em estudo sobre as alterações na dinâmica costeira e a influência das mudanças climáticas na vulnerabilidade da costa, para elaboração de políticas de desenvolvimento econômico e sustentável para a região da América Latina e Caribe (CEPAL, 2011). Neste estudo foi necessário o desenvolvimento e uso de uma base de dados de reanálise de ondas, com 60 anos de duração, para poder avaliar a vulnerabilidade e os riscos costeiros da América Latina e Caribe em longo prazo, pois a inexistência de dados de ondas nestes locais, incluindo o Brasil, impedia este tipo de avaliação.

Em função desta deficiência, quanto aos dados de ondas, há um crescente interesse em modelos que possam gerar séries de longo prazo de parâmetros de clima de ondas espacialmente homogêneas, tal como a Base de Dados de Ondas de Reanálise, *Wave Reanalyses Databases* - WRD (Reguero *et al.*, 2012). A WRD constitui uma solução para locais onde não existem dados de onda obtidos a partir de medições instrumentais (Weisse & Von Storch, 2010). Diversos esforços foram realizados para gerar bases de dados de ondas consistentes (p. ex., Sterl *et al.*, 1998; WasaGroup, 1998; Cox & Swail, 2001; Graham & Diaz, 2001; Uppala *et al.*, 2005; Caires & Sterl, 2005a e 2005b; Pilar *et al.*, 2008; Dodet *et al.*, 2010), porém as alterações nas fontes de dados ao longo do tempo, os avanços nas técnicas de

análise de dados e a evolução dos modelos de ondas de vento conduziram a uma não homogeneidade entre os resultados de ondas dos diferentes modos de reanálises, citados acima. Devido a esta variação, tanto no intervalo de tempo como na qualidade dos dados numéricos disponíveis sobre o clima de ondas, Reguero *et al.* (2012) apresentaram um novo modelo de WRD, denominado de *Global Ocean Waves* (GOW), com conjunto de dados atualizados de cobertura global, em série temporal longa (desde 1948) e de alta resolução temporal (a cada hora), calibrados e validados com medições instrumentais de boias oceânicas e por satélites altimétricos. Esta base de dados é recomendada na avaliação de ondas em águas oceânicas, tal como, a exemplo, em estudo sobre a variação interanual de ondas extremas no Oceano Atlântico Nordeste (Izaguirre *et al.*, 2012), na América Central e do Sul (Izaguirre *et al.*, 2013).

Apesar das bases de dados do tipo WRD apresentarem diversas vantagens, tais como uma boa cobertura espacial e o fornecimento de séries temporais contínuas de parâmetros de ondas e dados climáticos em períodos de tempo significativamente longos (p.ex. por mais de 40 anos), especialmente relevantes para os locais sem dados medidos instrumentalmente, há restrições quanto ao seu uso. Na base de dados WRD, as ondas são pobremente representadas em áreas de águas rasas, porque a resolução espacial não é suficientemente detalhada e as transformações de onda, devido à interação com a morfologia do substrato marinho raso, normalmente não são modelados (Camus *et al.*, 2013). Para a solução deste problema é necessário uma modelagem destes processos de transformação das ondas, com base no aumento da resolução espacial, processo este conhecido como *downscaling* (Camus *et al.*, 2011b). Deste modo, os dados GOW foram submetidos a este procedimento, gerando a base de dados de ondas de reanálise para 40 anos (de 1948 a 2008) para águas intermediárias e rasas, denominada *Downscaled Ocean Waves* (DOW), com alta resolução espacial e devidamente validada (Camus *et al.*, 2013).

Esta base de dados DOW foi testada por Guanche *et al.* (2013) e utilizada na avaliação de efeitos das mudanças climáticas globais nas zonas costeiras da América Latina e Caribe (CEPAL, 2011; Reguero *et al.*, 2013). Recentemente, esta base de dados DOW foi disponibilizada através do Sistema de Modelagem Costeira do Brasil (SMC-Brasil), para todo o litoral brasileiro (SMC-Brasil, 2014a).

O SMC-Brasil foi desenvolvido pelo Instituto de Hidráulica Ambiental da Cantábria (IHCantabria / Universidad de Cantabria) e transferido ao Brasil através do estabelecimento de um projeto de colaboração internacional entre Brasil e Espanha, intitulado “*Transferencia de metodologías y herramien*

*tas de apoyo a la gestión del litoral brasileño*" (Oliveira, 2013). O SMC-Brasil é uma ferramenta que inclui, além das bases de dados de dinâmica marinha, modelos numéricos similares à versão espanhola do sistema (González *et al.*, 2007), como o Modelo de Morfodinâmica de Praias (MOPLA), que por sua vez consiste dos Modelos de Propagação de Onda (OLUCA) e Modelos de Correntes Geradas pela Arrebentação das Ondas em Praias (COPLA), assim como metodologias que permitem estudar os processos costeiros e quantificar as variações que sofre o litoral como consequência de eventos naturais ou de atuações humanas na costa. Estes modelos foram aplicados e calibrados em diversos estudos, podendo-se citar Liu & Losada (2002), González *et al.* (2007), Medellín *et al.* (2008), Restrepo *et al.* (2009), Tintoré *et al.*, (2009), Raabe *et al.* (2010), Martínez *et al.* (2011).

Um dos objetivos do projeto de colaboração internacional, citado anteriormente, é o de fortalecer os órgãos de gestão que lidam com planejamento e controle ambiental. Considerando que a orla marítima é o espaço para o qual convergem políticas públicas de natureza patrimonial e ambiental, no Brasil foi instituída a forma de gestão compartilhada desse espaço terrestre e marítimo com a implementação dos Planos de Gestão Integrada da Orla Marítima (conhecido como Projeto Orla), uma ação conjunta entre o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, no âmbito da Secretaria do Patrimônio da União (SPU/MP).

O Projeto Orla busca o ordenamento dos espaços litorâneos sob o domínio da União, promovendo a aproximação das políticas ambiental e patrimonial, articuladas com as esferas de governo estadual, municipal e da sociedade. Conforme mencionam os textos do Ministério do Meio Ambiente que subsidiam essa ação pública (MMA, 2006), o objetivo primeiro do projeto é compatibilizar as políticas ambiental e patrimonial do Governo Federal no trato dos espaços litorâneos sob a propriedade ou guarda da União, inicialmente buscando uma nova abordagem ao uso e gestão dos terrenos de marinha, como forma de consolidar uma orientação cooperativa e harmônica entre as ações e políticas praticadas na orla marítima. Contudo, apesar de existirem iniciativas do poder público em dotar as administrações municipais de instrumentos de normatização do uso e ocupação do solo, tais normas não têm assegurado o enfrentamento adequado da tendência de ocupação desordenada da costa. A seleção de áreas costeiras para construção de empreendimentos tem demonstrado, na maior parte dos casos, a irracionalidade dos investimentos do capital privado e público. Geralmente são escolhidos locais de grande valor cênico, mas que geralmente são instáveis fisicamente e quase sempre protegidas por legislação ambiental. Ainda não se confi-

gurou entre os investidores a consciência de que a paisagem e os recursos ambientais são bens de valor coletivo, que representam a base indispensável ao investimento de capital e que a sua manutenção é a garantia para o investimento realizado (Marcelino, 1999).

Desta maneira, para fortalecer os órgãos de gestão que lidam com planejamento e controle ambiental da orla marítima e colaborar com subsídios aos gestores, visando um melhor ordenamento da orla marítima, o SMC-Brasil foi introduzido no país, sendo a princípio tratado como tema de algumas dissertações que tiveram o objetivo de testar a base de dados e os modelos de propagação de ondas, como estudos de caso nos Estados de Santa Catarina (Almeida, 2013) e São Paulo (Luca, 2011). Em um segundo momento sua aplicação pretendeu avaliar a funcionalidade operacional do SMC-Brasil junto a estes órgãos, com sua aplicação em estudos na praia de Ponta Negra em Natal / Rio Grande do Norte (RN) e na Praia de Pau Amarelo em Paulista / Pernambuco (PE). Tais estudos tiveram como objetivo exercitar o uso das ferramentas disponíveis no SMC-Brasil, por meio do aporte de dados específicos da dinâmica marinha e da avaliação dos seus efeitos sobre a linha de costa em áreas urbanas. A ideia principal do uso desta ferramenta pelos órgãos ambientais é o de dar subsídios para o planejamento territorial da zona costeira, com ênfase na conservação tanto de áreas adensadas quanto àquelas com características de zonas rurais, mas que demonstrem tendências de expansão urbana e/ou de implantação de estruturas de produção econômica, em função de potencialidades para exploração de recursos naturais.

O presente trabalho apresenta parte dos resultados do estudo na praia de Ponta Negra em Natal (RN), sendo esta a primeira publicação do uso do SMC-Brasil na região. A praia de Ponta Negra, principal praia urbana da cidade de Natal, sofre há décadas com intensos processos erosivos que comprometem seu valor socioeconômico, largamente baseado no turismo que tem como atrativo principal a paisagem e o uso da praia para lazer. Esta praia detém um significado especial para a população de Natal, fazendo parte de sua identidade e do imaginário coletivo e se destaca no contexto social da cidade, por representar forte referência visual, a partir do monumento natural conhecido como Morro do Careca, hoje ameaçado por construções que contornam a enseada. Atualmente, a enseada em que está inserida a praia de Ponta Negra é caracterizada como área de empreendimentos hoteleiros e de apoio ao turismo de alta relevância socioeconômica ao RN.

Nas últimas décadas, a praia de Ponta Negra foi objeto de acentuado processo de urbanização, representado pela ampliação do número de construções e consequente modificação da orla marítima sem que fossem considerados os aspectos da evolução costeira de dinâ-

mica natural. Essas ações promoveram a desfiguração dos setores de pós-praia e das dunas vegetadas, com a ocupação da orla sem o adequado reconhecimento das características geológico-geomorfológicas da região, sobretudo no quadro de interação com a dinâmica dos processos costeiros entre o sistema praia-duna (Amaro *et al.*, 2014). A intervenção pública, com a urbanização da Praia de Ponta Negra, cujo projeto incluiu a construção de um passeio público, com quiosques e manutenção da circulação de veículos em suas adjacências, fez com que se instalasse um conflito entre a gestão ambiental e territorial exercida pela prefeitura do município e os interesses dos quiosqueiros e demais usuários da praia. A implantação dessa obra atendeu aos interesses de empreendedores da área do turismo e a população natalense, porém a fragilidade ambiental da orla marítima, susceptível a qualquer intervenção que ocupe a linha de costa, provavelmente acentuou o processo erosivo.

Tendo em vista a precariedade de dados medidos *in situ* e do interesse do poder público em atuar na praia de Ponta Negra, o objetivo deste estudo foi determinar o clima de ondas na região da praia de Ponta Negra, tanto na zona exterior (águas intermediárias) quanto próximo à linha de costa, utilizando os dados de ondas e modelos de propagação disponíveis no SMC-Brasil, colaborando desta maneira para o entendimento da dinâmica marinha da região. Este estudo também visou gerar subsídios ao planejamento e à gestão desse importante trecho da orla marítima de Natal, para que sejam apropriados pelos órgãos gestores das políticas de uso e ocupação da orla marítima como, por exemplo, o Comitê Gestor da Orla Marítima e a Prefeitura de Natal, além das demais instituições que desenvolvem atividades na região costeira, sobretudo nas revisões e ajustes ao Plano Diretor da cidade.

## 2. Características da área de estudo

### 2.1. Localização

A praia de Ponta Negra está localizada no setor oriental do litoral do estado do Rio Grande do Norte (RN), Nordeste do Brasil (lat. 5,52° S; long. 35,10° W), e se configura como a principal praia urbana da cidade do Natal, com cerca de 4km de extensão (Figura 1). Na extremidade sul da praia de Ponta Negra localiza-se a duna vegetada conhecida como Morro do Careca, importante ponto de interesse turístico.

### 2.2. Aspectos Climáticos

Segundo Barros *et al.* (2013), na região de Natal a temperatura diária média do ar é de 24,4°C, variando entre 21,8°C e 30,2°C, com ventos contínuos de baixa intensidade (média de 4,4 m/s) que sopram de sudeste em 86% dos casos, qualificados como ventos alísios de sudeste. A precipitação média anual é de 1.500 mm e

apresenta grande oscilação temporal, variando mensalmente de 17,5 mm a 204,5 mm, com alternância de chuvas intensas no verão-outono e períodos de estiagem no inverno-primavera. Sendo assim, o clima da região de Natal, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo *As* definido como clima tropical chuvoso quente (Vianello & Alves, 1991).

Para o litoral do RN há dados sobre o nível do mar registrados para o Porto de Natal, onde se classifica o regime de maré como de mesomares semidiurnas, com amplitudes médias de marés de sizígia em torno de 2,2 m, enquanto que nas marés de quadratura a amplitude média de 1,1m (Carta náutica DHN/MB, n.º 810 - Proximidades do Porto de Natal; DHN, 2009). Estimativas das variações do nível médio do mar em 60 anos (1948 até 2008), provenientes da base de dados do SMC-Brasil, indicam que na região em frente à praia de Ponta Negra a maré astronômica apresenta muito mais importância na variação do nível médio do mar (amplitude máxima de 2,6 m) do que a maré meteorológica (amplitude máxima de 0,2 m).

### 2.3. Aspectos Geológico-Geomorfológicos

A praia de Ponta Negra localiza-se na faixa sedimentar denominada de Bacia Pernambuco-Paraíba, constituída por rochas sedimentares do Cretáceo, recobertas por rochas do Grupo Barreiras e sedimentos Quaternários, como dunas, rochas praias (*beachrocks*), terraços marinhos, terraços aluvionares e coberturas arenosas diversas. As principais feições geomorfológicas encontradas são as praias arenosas planas e estreitas, ladeadas por falésias ativas, tabuleiros costeiros, campos de dunas, linhas de recifes de arenitos praias (*beachrocks*) e planícies flúvio-estuarinas (Vital *et al.*, 2006). Ainda quanto às características morfológicas, a praia de Ponta Negra está inserida em baía do tipo enseada, ou forma em *zeta*, composta por dois trechos: a praia de Ponta Negra em si e a praia da Via Costeira, que se prolonga para norte. Portanto, a forma de praia em enseada tem aproximadamente 10 km de extensão e vai desde o Morro do Careca, na porção sul da praia de Ponta Negra, até a Ponta de Mãe Luisa, extremidade norte da Via Costeira (Figura 2).

A plataforma continental no trecho em frente à Natal apresenta a quebra entre 50 e 100 m de profundidade, localizada a aproximadamente 25 km da costa. Os sedimentos que recobrem essa porção da plataforma continental do RN são de origem terrígena até cerca de 20m e carbonáticos a partir de então, prosseguindo até o talude continental (Vital *et al.*, 2005). O principal rio do litoral oriental do RN é o rio Potengi, que corta a cidade de Natal. Na zona costeira submersa e adjacente à área de estudo ocorrem algumas feições que podem influenciar na propagação das ondas e no sistema de correntes da região, como a irregularidade na quebra da

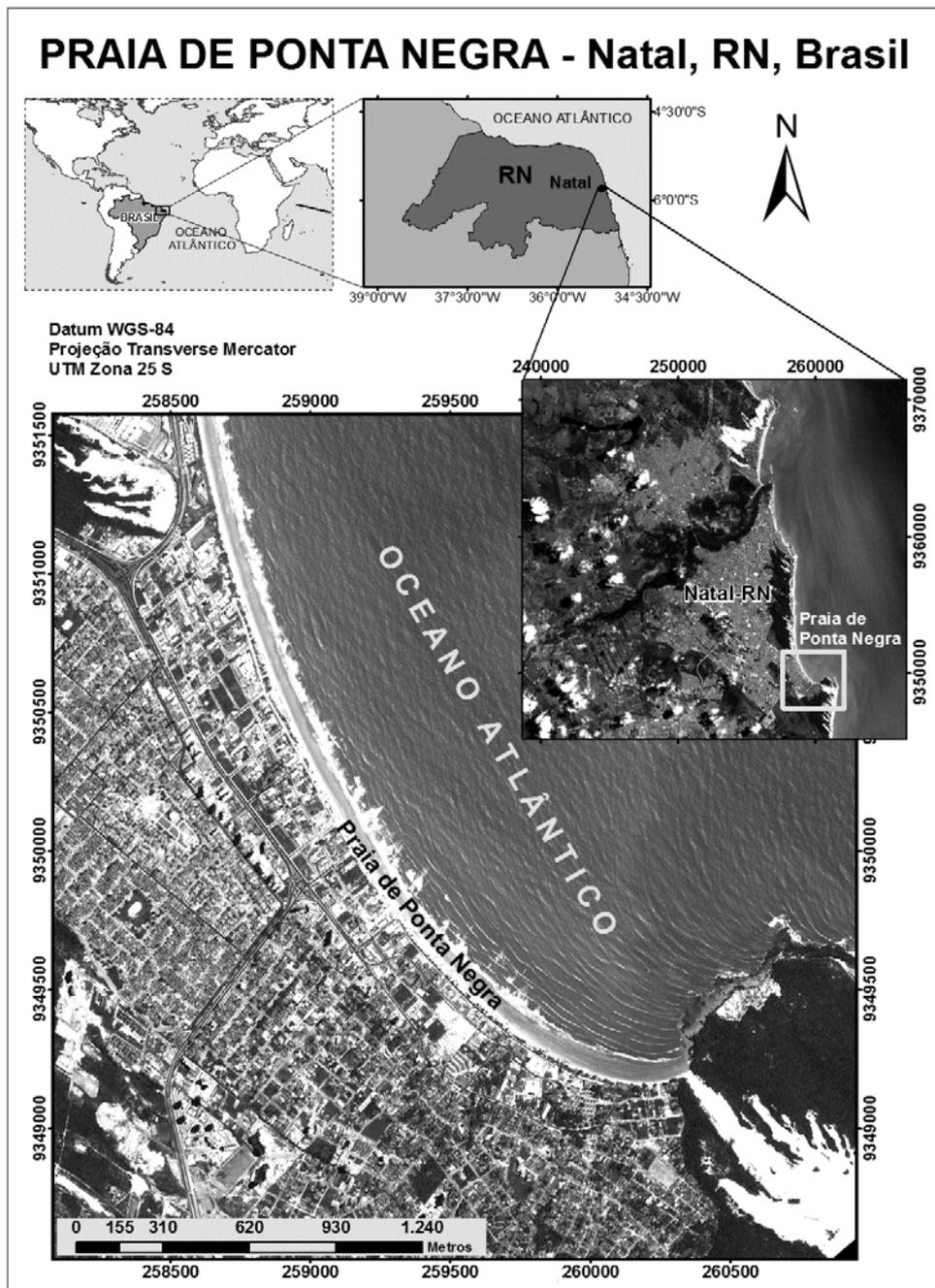


Figura 1 - Localização da área de estudo.

Figure 1 - Location of the study area.

plataforma provocada pelo canion submerso do rio Potengi e o promontório subjacente ao Morro do Careca (Figura 2).

### 3. Materiais e métodos

#### 3.1. Dados Batimétricos

Neste estudo utilizou-se a batimetria regional proveniente da base de dados do SMC-Brasil, baseada na digitalização das cartas náuticas da Marinha do Brasil. A batimetria de detalhe utilizada para caracterizar a região da praia de Ponta Negra foi a realizada em Novembro de 2012 por Ferreira *et al.* (2014), que com

preendeu o levantamento topobatimétrico da região do pós-praia até uma profundidade de 7-10m na praia de Ponta Negra. Os Modelos Digitais de Elevação (MDE), integrados da topografia e da batimetria, foram gerados pela interpolação com uso da técnica *Triangulated Irregular Network* (TIN) e os pontos foram conectados de acordo com a triangulação de Delaunay, a qual usa o critério da maximização dos ângulos mínimos de cada triângulo (Santos *et al.*, 2011, Amaro *et al.* 2013).

Para o setor da Via Costeira, que compreende a continuação da enseada da praia de Ponta Negra, a batimetria geral foi melhorada através da digitalização das isóbatas da Carta Náutica n° 810 (DHN, 2009) apri

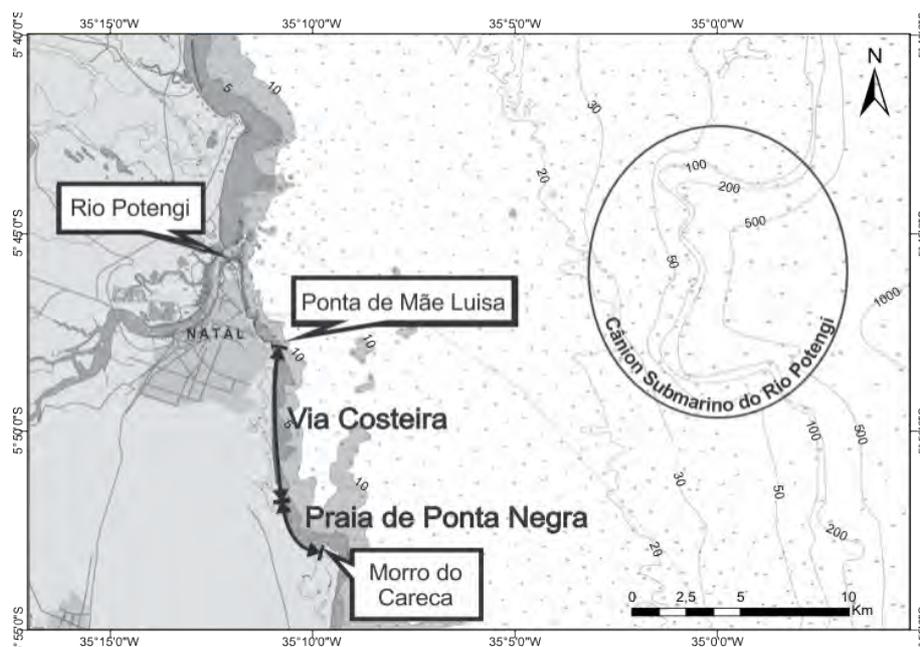


Figura 2 - Elementos morfológicos na zona costeira adjacente à área de estudo (mod. da Carta Náutica nº 810, DHN, 2009).

Figure 2 - Morphological elements of the coastal area near the study area (mod. from the Nautical Chart nº. 810, DHN, 2009).

morada através da digitalização dos pontos e das isôbatas da Carta Náutica nº 800 (DHN, 1972), adicionando desta maneira dados batimétricos à zona adjacente à área de estudo.

### 3.2. Base de Dados de Ondas

A base de dados de ondas incluída no SMC-Brasil foi gerada em duas etapas, conforme as metodologias apresentadas por Reguero *et al.* (2012), Camus *et al.* (2011b) e Camus *et al.* (2013). A primeira etapa consiste na geração de dados de ondas na região de águas profundas, através de uma reanálise global, com simulação numérica das condições de ondas durante um período longo sobre a superfície do oceano usando forçantes globais, ou seja, a variabilidade de ventos globais e cobertura de gelo que atuam na geração de ondas em escala global. As malhas usadas para região do Brasil tem resolução de 0,25° e utilizaram como fonte batimétrica o *General Bathymetric Chart of the Oceans* (GEBCO). A simulação numérica realizou-se com o modelo *Wave Watch III* (WWIII), versão 2.2 (Tolman, 2002) e foi forçado com a reanálise atmosférica realizada pelo *National Center for Environmental Prediction* (NCEP) e o *National Center for Atmospheric Research* (NCAR), que incluem a variabilidade de ventos globais

e de cobertura de gelo, sobre uma batimetria, com resolução espacial de 1,9° e resolução temporal de 6 horas para o período de 1948 a 2009. O resultado obtido consiste num conjunto de séries de estados de mar em cada um dos nós das malhas, os pontos GOW. Tais

dados foram calibrados utilizando medições de satélites com radares altimétricos (Tomás, 2008).

A segunda etapa trata da aproximação dos dados de ondas da região costeira, através de um *downscaling* dos pontos GOW. Além do resultado dos pontos GOW, contou-se com os campos de vento da reanálise global NCEP/NCAR a 10 metros de altura. A resolução espacial é de 1,9° x 1,9° e temporal de 6 horas para o período de 1948-2009. No *downscaling* utilizaram-se malhas retangulares com resolução de aproximadamente 0,01° x 0,008° (o que corresponde a cerca de 1,11 km x 0,89 km) e tendo as informações batimétricas aperfeiçoadas através da digitalização das cartas náuticas da Marinha do Brasil. Devido ao grande número de casos a serem propagados, recorreu-se a técnicas estatísticas que permitem reduzi-los a um número viável a serem propagados sem que haja perda da variabilidade que as séries representam, possível com o emprego do método de Análise das Componentes Principais e do algoritmo de Máxima Dissimilaridade (MaxDis) proposto por Camus *et al.* (2011a). Uma vez selecionados os casos representativos do universo global de casos a propagar, utilizando as técnicas estatísticas citadas, os mesmos foram propagados pelo modelo de terceira geração *Simulating Waves Nearshore* (SWAN), desenvolvido pela *Delft University of Technology* (Booij *et al.*, 1999), com posterior reconstrução da base de dados mediante a técnica de interpolação *Radial Basis Functions* (RBF) de Franke (1982). O resultado final é um conjunto de dados representativos de 60 anos de observações (de 1948 a 2008) em pontos denominados DOW disponibilizados

em cada nó da malha, com parâmetros de altura de onda significativa ( $H_s$ ), período médio ( $T_m$ ), período de pico ( $T_p$ ) e direção média das ondas ( $\theta_m$ ). Tais dados foram devidamente validados, sendo que a fonte dos dados *in situ* e metodologia estão descritas no Documento Temático de Ondas (SMC-Brasil, 2014b).

### 3.3. Definição do Ponto da Base de Dados de Ondas

Na caracterização do clima marítimo da região, diversos pontos DOW foram avaliados, tanto em águas profundas (profundidades superiores a 1000m) quanto em águas intermediárias (profundidades entre 13 e 20 m). Em função das possíveis interferências que o talude continental pode ter sobre os espectros de ondas, principalmente aqueles com maiores comprimento de onda, o ideal seria a propagação dos casos desde antes da quebra da plataforma.

Assim, propagações foram efetuadas pelos autores deste artigo, através do modelo OLUCA-SP (descrito no próximo tópico), onde foram utilizados dados de ondas extremas, aquelas com probabilidade de retorno de 10 anos, que para a região apresentaram valores de  $H_s=3$  m e  $T_p=14$  s. Estas propagações indicaram que, para estes casos, a feição morfológica conhecida como cânion do rio Potengi pode influenciar na propagação do clima de ondas, formando desde zonas de sombra até zonas de concentração de ondulação.

A propagação a partir destes pontos DOW até à linha de costa exige a utilização de malhas muito amplas. Porém, devido a limitações do modelo de propagação, principalmente quanto à necessidade de malhas de alta resolução que sejam capazes de modelar os efeitos locais em ondas de comprimento mediano, a aplicação do modelo desde águas profundas, para a região adjacente a Natal (RN), não é indicada. Isso porque o modelo é adequado para estudos com área limitada a efeitos locais. Deste modo, após análise dos resultados inicialmente obtidos e comparação com informações pretéritas de ondas (Hidroconsult, 1979; Tavares Junior, 1979), respeitando-se as limitações impostas pela modelagem, foi necessário que se determinasse o ponto inicial de propagação desde águas intermediárias até a zona de estudo.

Sendo assim, alguns pontos DOW, localizados em águas intermediárias (na cota batimétrica de 20 m), foram avaliados para verificar a possível influência do cânion submerso do rio Potengi e a determinação do ponto DOW representativo do clima de ondas nesta cota batimétrica. A localização dos pontos DOW avaliados, em relação ao posicionamento do cânion submarino, pode ser observada na figura 3. Na figura 4 estão apresentados, de maneira comparativa, os diferentes valores dos parâmetros de onda espectral dos pontos avaliados, onde pode-se observar que as diferenças de

$T_{p50\%}$  e  $T_{p12}$  são as mais significativas, principalmente para ondulações provenientes de ENE e E. Nesta figura, em uma análise visual, observa-se que o ponto P2 apresenta maior variação de dados em relação aos outros dois pontos avaliados sendo, aparentemente, o mais afetado pela presença do cânion submerso, pois se localiza justamente em frente e sofre assim efeitos de sombreamento.

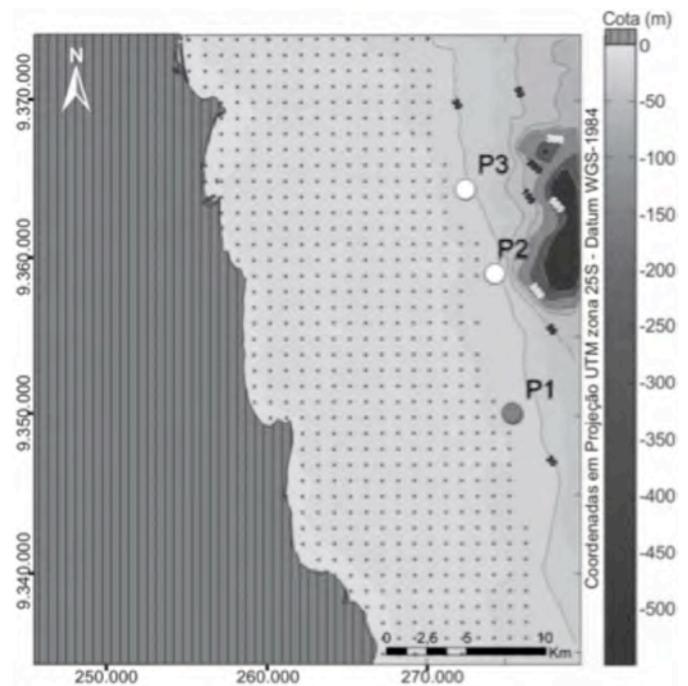


Figura 3 - Pontos DOW, com destaque para alguns dos avaliados em águas intermediárias.

*Figure 3 - DOW points highlighting some of the assessment areas in intermediate water.*

Portanto, neste estudo de caracterização do clima de ondas em águas intermediárias para a região da praia de Ponta Negra, diante da possível influência do cânion submerso do rio Potengi, decidiu-se por selecionar o ponto P1, que apresentou maiores valores de altura de onda significativa e de períodos de pico, marcando assim o pior cenário de clima marítimo para a região. O ponto P1 aparentemente não é influenciado pelo cânion submerso e está localizado à uma profundidade de 20m, em frente à praia de Ponta Negra, na latitude  $5.8775^\circ$  S e longitude  $35.0301^\circ$  W como mostra a Figura 3.

### 3.4. Propagação de Ondas

A partir dos dados obtidos no ponto DOW selecionado na posição P1, os espectros de ondas foram propagados utilizando o Modelo de Propagação de Ondas Espectral (OLUCA-SP), que faz parte do SMC-Brasil.

O modelo OLUCA-SP é um modelo de propagação de ondulação espectral não dispersivo que resolve a equação de declive suave (*mild-slope*) e agrega,

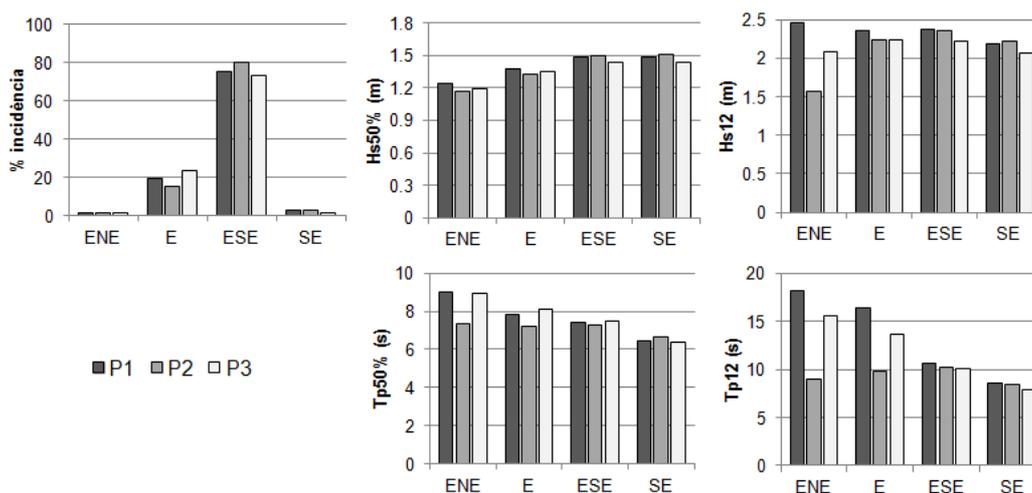


Figura 4 - Parâmetros de ondas dos pontos DOW avaliados.

Figure 4 - Wave parameters of the DOW points assessed.

também, modelos de propagação não lineares, simulação de camada limite turbulenta ou laminar, rugosidade do fundo, entre outros fatores, além de ser altamente capaz de simular todos os processos de transformação que sofrem as ondas em águas rasas na frente da zona de interesse (Camus, 2009). Para a propagação das componentes de energia, a aproximação parabólica inclui refração-difração com interação onda-corrente, através da formulação proposta por Kirby (1986), mas não a interação onda-onda provocado pela reflexão de ondas. Para a dissipação de energia devido à arrebentação das ondas foi utilizado o modelo de Battjes & Jansen (1978) que calcula a taxa média de dissipação de energia associada a um “bore” ou degrau em movimento.

Portanto, na caracterização das ondas na praia de Ponta Negra, foram definidas propagações desde águas intermediárias, na cota batimétrica de 20m no ponto P1, para casos relacionados às condições de tempestade (Hs12 e Tp12, valores em média superados somente 12 horas ao ano) e medianas (Hs50% e Tp50%) para cada uma das 4 principais direções. Tais casos foram propagados a partir da distribuição espectral de tipo *Texel Marsen Arsloe* (TMA, Bowns *et al.*, 1985). O espectro TMA é aplicado em áreas próximas à costa onde as profundidades são relativamente pequenas e as ondas são afetadas pelo fundo, definido a partir de um espectro JONSWAP, e no qual se aplica a função de dispersão angular proposta por Borgman (1984). Cada espectro propagado é definido por cinco parâmetros:

Hs: Altura de onda significativa

Tp: Período de pico.

$\theta_m$ : Direção média.

$\gamma$ : Fator de alargamento do pico do espectro de onda.

$\sigma_s$ : Parâmetro de dispersão angular do espectro de onda.

Os parâmetros  $\gamma$  e  $\sigma_s$  de caracterização da forma do espectro bidimensional somente dependem do período de pico, onde foi definido que: se  $4 < T_p < 10$ ,  $\gamma = 3.3$  e  $\sigma_s = 20$ ; se  $T_p > 10$ ,  $\gamma = 8$  e  $\sigma_s = 15$ .

As malhas utilizadas em cada caso levaram em consideração restrições do modelo de propagação, tais como: a resolução espacial adequada à longitude de onda, que limita as dimensões das malhas; a propagação principal das ondas restrita à direção X e o giro das ondas circunscrito à  $\pm 55^\circ$ ; as instabilidades para ondas que viajam em direção aos contornos das malhas e se encontram com batimetria que não decresce. Isso ocorre porque a propagação nos contornos laterais da malha é realizada através de uma aproximação linear (Lei de Snell) (Luca, 2011). Por esse motivo, foram necessárias malhas com contornos laterais afastados da zona de interesse. Assim, foram utilizadas três malhas, com resoluções em  $\Delta x$  e  $\Delta y$  de cerca de 20m (Figura 5). A malha A foi utilizada para a propagação de ondas proveniente de ENE; a malha B para propagação de ondas de E e ESE; a malha C empregada na propagação das ondas proveniente de SE. Destaca-se que cada caso foi propagado em situação de maré baixa e de maré alta (maré baixa = 0 m e Maré Alta = 2,6 m, em relação ao Nível de Redução da Carta Náutica Local), definindo diferenças de 2.6 m no nível do mar.

## 4. Resultados e discussão

### 4.1. Ondas em Águas Intermediárias

Considerando-se os dados gerados da base de dados do SMC-Brasil no ponto 1 (entre os anos de 1948 e 2008), verifica-se que duas direções de ondas atuam predominantemente: aquelas provenientes de leste (E) e as de leste-sudeste (ESE), que juntas representam mais de 95% das ondas incidentes neste ponto. Porém há a presença de ondulações de leste-nordeste (ENE) e sudeste

(SE), como indica a Tabela 1. Na avaliação das quatro principais direções (ENE, E, ESE e SE), que somadas representam 99,9% da ondulação incidente em P1, se observa que para o parâmetro indicador das maiores tempestades anuais (HS12= altura de onda significava superada somente 12 horas ao ano) os valores médios foram de aproximadamente 2,4 m (Tabela 1). Os períodos de pico para as condições de tempestade (Tp12) variam consideravelmente entre as quatro principais direções, sendo que para ondas de tempestade provenientes de ENE, o período de pico é de 18,2 s, enquanto que para as ondas de tempestade provenientes de SE o valor é de 8,5 s. Para as condições medianas, a altura de onda significativa (Hs50%= altura de onda significativa mediana) variou de 1,2 a 1,5 m e o período de pico (Tp50%) variou de 6,5 a 9,0 s, dependendo da direção das ondas (Tabela 1). Contudo, a direção das ondas mais frequente nesta região é de ESE, representando mais de 70% dos estados de mar em todos os pontos DOW avaliados na cota batimétrica de 20 m (Figura 4).

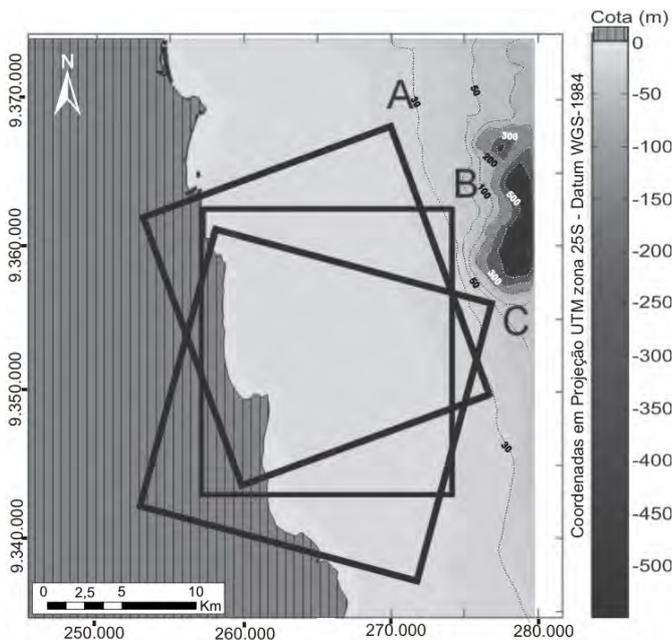


Figura 5 - Localização das malhas utilizadas nos modelos de propagação das ondas.

Figure 5 - Location of grids used in the wave propagation models.

Na Figura 6 estão representadas as rosetas direcionais das ondas, separadas por estações do ano, ou seja, verão (dezembro, janeiro e fevereiro); outono (março, abril e maio); inverno (junho, julho e agosto) e primavera (setembro, outubro e novembro). Nesta Figura é possível verificar graficamente a dominância das ondas provenientes de ESE em todas as estações do ano, porém há uma maior participação de ondas de leste no verão. As ondas com altura maior que 1,7m são mais frequentes no inverno e primavera.

Tabela 1 - Caracterização do clima de ondas do ponto P1

Table 1 - Characterization of the wave climate from point P1

Direção	Prob. Direção	Hs <sub>50%</sub>	Tp <sub>50%</sub>	Hs <sub>12</sub>	Tp <sub>12</sub>
ENE	0,0180	1,2465	9,0394	2,4541	18,1541
<b>E</b>	<b>0,1980</b>	<b>1,3769</b>	<b>7,8570</b>	<b>2,3575</b>	<b>16,3930</b>
<b>ESE</b>	<b>0,7551</b>	<b>1,4871</b>	<b>7,4241</b>	<b>2,3691</b>	<b>10,6466</b>
SE	0,0281	1,4823	6,4766	2,1805	8,5077

Na Figura 7 estão apresentados os resultados de avaliações dos parâmetros altura de onda significativa (Hs) e período de pico (Tp), caracterizadores do clima de onda do ponto P1.

A altura de onda significativa (Hs) varia entre 0,5 m e 2,8 m, sendo que 75% dos estados de mar apresentam ondas inferiores a 1,6m. Utilizando a Distribuição de Valores Extremos Generalizados (GEV; Fisher & Tippet, 1928) pode-se verificar que para um período de retorno de 10 anos a altura de onda significativa do ponto P1 é de 2,6 m.

O período de pico (Tp) varia entre 4 s e 20 s, sendo que 75% dos estados de mar apresentam períodos de pico inferiores a 8 s. A análise de extremos GEV nos indica que, para um período de retorno de 10 anos, o período de pico é de aproximadamente 18 s.

As relações entre a altura de onda significativa Hs com o período de pico Tp e direção, verificada na distribuição conjunta Hs-Tp e Hs-Dir, indicam que as ondas mais frequentes em P1 são de alturas de onda significativa entre 1,3 e 1,7 m, com período de pico em torno de 8s e direção de ondas provenientes de 110°.

#### 4.2. Característica da Ondulação na praia de Ponta Negra

A seguir serão apresentados os resultados da propagação dos casos, para cada uma das 4 principais direções, associados a eventos de tempestade (Hs12 e Tp12, Figura 8) e associados a condições medias de mar (Hs50% e Tp50%, Figura 9), com os valores indicados na Tabela 1.

#### Propagação das ondas associadas às condições de tempestade

Na área de estudo se observa que para ondas provenientes de ENE (Figura 8 (a) a (d)) há pouco efeito da refração, pois o trem de ondas chega praticamente paralelo às linhas batimétricas. Na região sul da praia de Ponta Negra, devido a uma mudança na orientação das linhas batimétricas, os trens de onda provenientes de ENE sofrem o processo de refração, que tende a deixar a ondulação com direção paralela à linhas batimétricas.

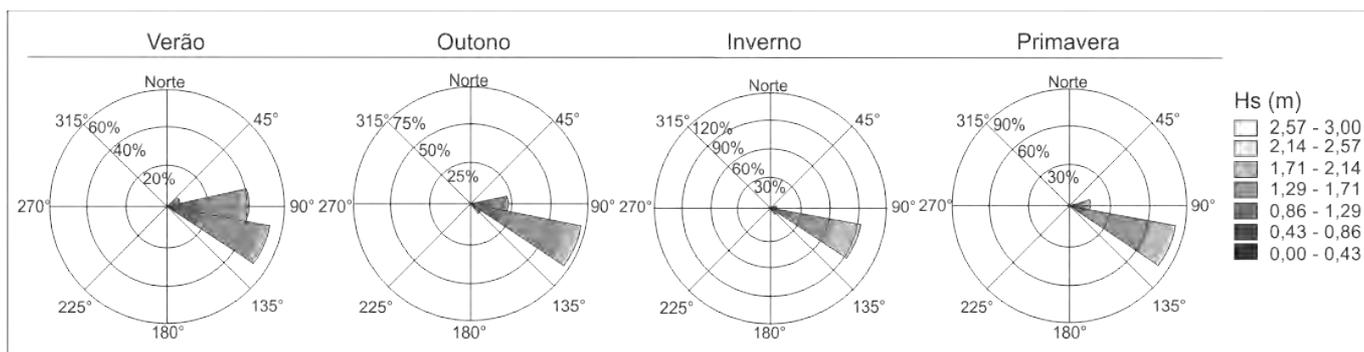


Figura 6 - Rosetas de direções de ondas do ponto P1 para cada estação do ano: verão (dezembro, janeiro e fevereiro); outono (março, abril e maio); inverno (junho, julho e agosto) e primavera (setembro, outubro e novembro).

Figure 6 - Wave directional rose at point P1 in each season: summer (December, January and February); autumn (March, April and May); winter (June, July and August); and spring (September, October and November).

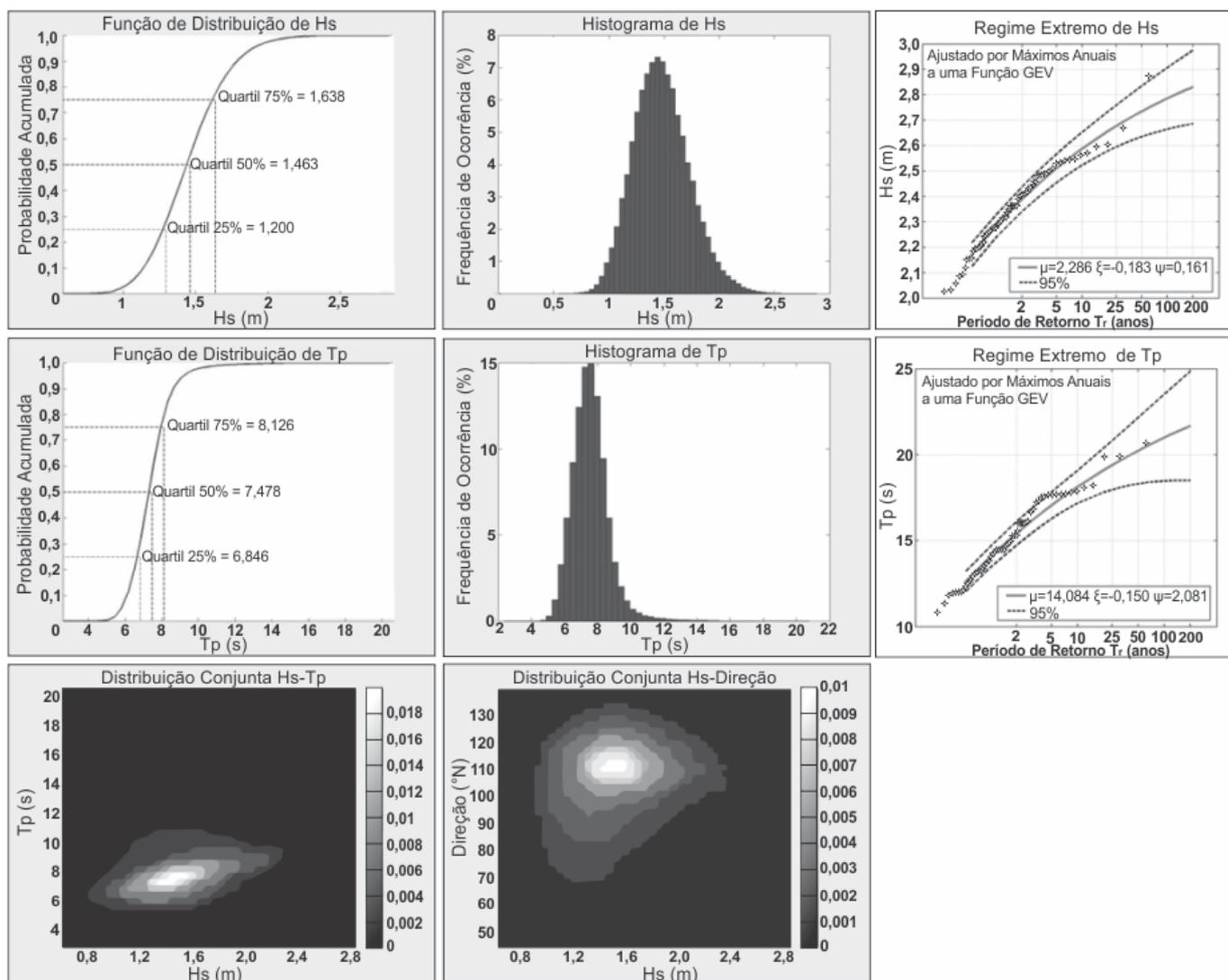


Figura 7 - Características de altura de onda significativa (Hs), de período de pico (Tp) do ponto P1.

Figure 7 - Characteristics of significant wave height (Hs) and peak period (Tp) from point P1.

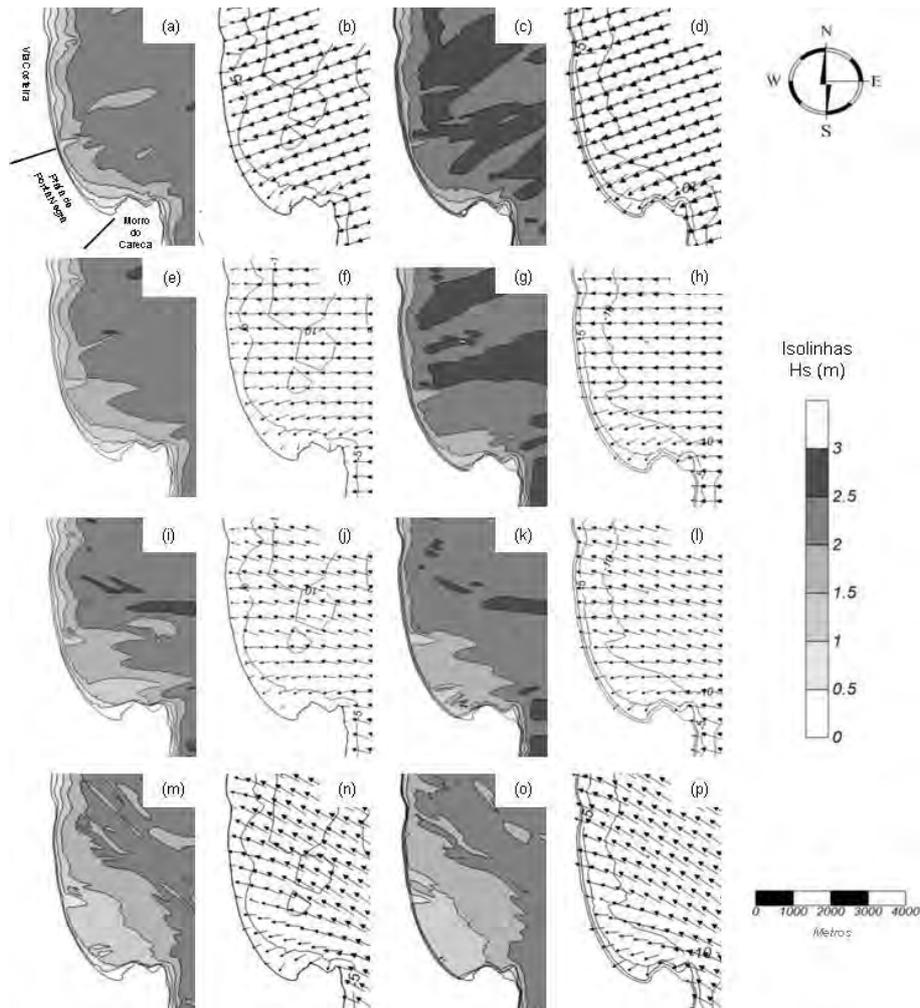


Figura 8 - Isolinhas de altura de onda e vetores de direção de ondas associados às isobatas, na região da praia de Ponta Negra resultados da propagação das ondas associadas aos eventos de tempestade: (a) e (b) ENE em baixamar; (c) e (d) ENE em preamar; (e) e (f) E em baixamar; (g) e (h) E em preamar; (i) e (j) ESE em baixamar; (k) e (l) ESE em preamar; (m) e (n) SE em baixamar; (o) e (p) SE em preamar.

*Figure 8 - Wave height isolines and wave direction vectors associated with isobaths in the Ponta Negra beach region results from the wave propagation during storm conditions: (a) and (b) ENE at low tide; (c) and (d) ENE at high tide; (e) and (f) E at low tide; (g) and (h) E at high tide; (i) and (j) ESE at low tide; (k) and (l) ESE at high tide; (m) and (n) SE at low tide; (o) and (p) SE at high tide.*

Algumas vezes a refração não é completa, ou seja, o trem de ondas não gira o suficiente para ficar paralelo à linha de costa, o que faz com que a onda chegue com certa obliquidade à linha de costa e gere correntes longitudinais. Na região sul da praia de Ponta Negra, baseado numa análise visual, as ondas chegam à linha de costa com um suave ângulo para o sul. Devido aos efeitos que as ondas sofrem ao sentir o fundo marinho, que tem como consequência o empinamento das ondas e por fim sua arrebentação, à medida que se aproximam da linha de costa as ondas perdem energia e altura, comportamento este que acompanha as isóbatas. Entretanto, esta ondulação ocorreu somente em 1,8% dos casos de estado de mar entre os anos de 1948 e 2008.

Para ondulação de tempestade proveniente de E (Figura 8 (e) a (h)), ocorrente em 19,8% dos estados de mar avaliados, pode-se observar o processo de refração na praia de Ponta Negra, principalmente na região sul da praia, com diminuição na altura de onda significativa próximo à linha de costa. No gráfico de vetores é possível notar que a ondulação proveniente desta direção chega praticamente perpendicular à linha de costa.

As ondas de ESE (Figura 8 (i) a (l)), as mais frequentes da região com 75,5% dos casos de estado de mar, apresentam efeitos de refração em contato com o fundo marinho, tendendo a colocarem-se perpendiculares às isóbatas. Porém, a mudança de direção dos trens de onda devido à refração não é suficiente para deixá-los para

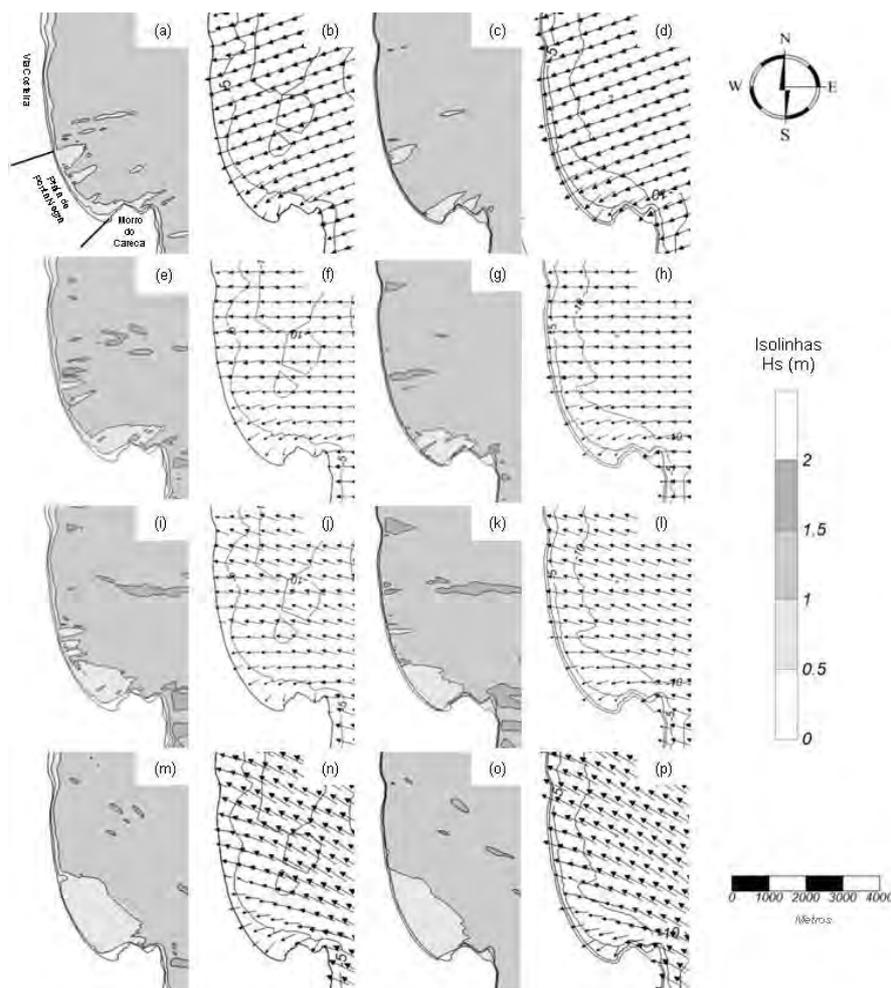


Figura 9 - Isolinhas de altura de onda e vetores de direção de ondas associados às isobatas, na região da praia de Ponta Negra, resultados da propagação das ondas associadas a condições medianas: (a) e (b) ENE em baixamar; (c) e (d) ENE em preamar; (e) e (f) E em baixamar; (g) e (h) E em preamar; (i) e (j) ESE em baixamar; (k) e (l) ESE em preamar; (m) e (n) SE em baixamar; (o) e (p) SE em preamar.

Figure 9 - Wave height isolines and wave direction vectors associated with isobaths in the Ponta Negra beach region, results from the wave propagation under normal conditions: (a) and (b) ENE at low tide; (c) and (d) ENE at high tide; (e) and (f) E at low tide; (g) and (h) E at high tide; (i) and (j) ESE at low tide; (k) and (l) ESE at high tide; (m) and (n) SE at low tide; (o) and (p) SE at high tide.

lelos às linhas batimétricas e os gráficos de vetores evidenciam que as ondas de tempestade provenientes desta direção chegam à linha de costa com obliquidade para norte. Na zona sul da praia pode-se observar que ocorre difração.

A propagação do espectro de ondas proveniente de SE (Figura 8 (m) a (p)) mostra um importante efeito de difração decorrente do promontório onde está o Morro do Careca, chegando à praia de Ponta Negra com menor altura de onda que a ondulação que alcança a Via Costeira. Para esta ondulação pode-se observar uma importante obliquidade ao chegar à linha de costa, principalmente no norte da praia de Ponta Negra e Via Costeira, com ângulo de aproximadamente  $15^\circ$  para norte. Assim, conclui-se que a região mais ao sul da praia de Ponta Negra está protegida de ondulações desta direção.

### Propagação das ondas associadas às condições medianas

Os espectros de ondas associados às condições medianas apresentaram valores de altura de ondas significativas baixas (menores que 1,5m). Devido aos efeitos de refração, difração e arrebentação, semelhante ao observado nas ondulações associadas a condições de tempestade, estas ondulações vão perdendo energia com a diminuição da profundidade e chegam à linha de costa com valores ainda menores. Em todas as ondulações pode-se observar que a região sul da praia de Ponta Negra apresenta-se mais protegida. Na Figura 9 estão apresentados os diagramas de propagação das ondas associados a condições medianas, provenientes das direções ENE (Figura 9 (a) a (d)), E (Figura 9 (e) a (h)), ESE (Figura 9 (i) a (l)) e SE (Figura 9 (m) a (p)).

### Avaliação geral da ondulação na área de estudo

A partir dos resultados obtidos com a propagação dos casos de ondas associadas a eventos de tempestade (Figura 8) e a condições medianas (Figura 9), verifica-se que uma característica da praia de Ponta Negra é um gradiente de altura de onda, com menores valores na região sul, aumentando em direção à Via Costeira. Os efeitos de difração e refração foram mais importantes para as ondulações provenientes de ESE e SE, porém esta característica de gradiente de altura de onda também é observada para ondulações de ENE e E, principalmente devido aos efeitos de perda de energia das ondas em função da arrebentação das ondas, pois a batimetria na região sul da praia de Ponta Negra é tipicamente mais suave que a batimetria na região mais ao norte, sendo, portanto, mais dissipativa. Na região sul os valores máximos das ondas ficam em torno de 1,5m para eventos de tempestade e 1,0m para condições médias. Estes valores aumentam para a região mais ao norte, atingindo ondas de até 2,5 m em condições de tempestade de ENE.

Comparando os resultados das propagações em condições de preamar e baixamar verifica-se que em preamar as ondulações com maior altura de onda significativa atingem a linha de costa. O que se verifica em avaliações visuais da praia é que nestas condições, devido ao processo de erosão instalado na linha de costa e à perda de sedimentos no pós-praia em diversos trechos da praia de Ponta Negra, estas ondas atualmente atingem a estrutura urbana do local, causando desestabilização da mesma.

### 5. Conclusões

A maioria das praias brasileiras sofre com problemas crônicos de erosão, que atualmente se configura como um dos principais desafios da gestão costeira no país. No planejamento e na gestão das ações voltadas à orla marítima, os fenômenos naturais e demais questões ambientais devem ser consideradas de forma intrínseca, levando a que os instrumentos gerados sejam elementos catalisadores e ordenadores de políticas de decisão para a área costeira de interesse (Moraes, 1994). Entretanto, no Brasil ainda existem grandes lacunas no entendimento do comportamento morfodinâmico das praias em escalas temporais de longo e curto prazo, resultado do baixo grau de interesse do poder público com a coleta sistemática de dados *in situ* sobre todos os elementos envolvidos na dinâmica da zona costeira.

A falta de dados em séries temporais contínuas, principalmente de clima de ondas, tem dificultado as análises dos aspectos morfodinâmicos das praias nas diferentes escalas de tempo, reduzindo propostas adequadas para soluções definitivas no Brasil. Através deste estudo confirmamos que o SMC-Brasil vem a contribuir para a so-

lução deste problema, principalmente por ser um pacote de ferramentas e de base de dados livre, uma vez que disponibiliza uma base de dados de ondas gerada a partir da metodologia de reanálise e *downscaling*, que integra dados meteoceanográficos desde 1948 até 2008, minimizando desta forma a deficiência no Brasil de dados sistemáticos e de longo prazo. Entretanto, vale salientar que há a necessidade de validação local desta base de dados e dos resultados de propagações usando modelos numéricos, através da comparação com dados *in situ*.

Considerando-se que os cenários futuros das mudanças geomorfológicas do litoral serão totalmente regulados pela ação das forças motrizes naturais (ondas, marés, correntes e ventos) e antropogênicas, seria esperado maior comprometimento do poder público com tais questões. Uma abordagem consistente e integrada para o desenvolvimento adequado da orla marítima, baseado em modelos conceituais sistêmicos, conhecimento apropriado dos dados do meio físico e a elaboração de modelos preditivos de morfodinâmica das praias, é fundamental e desempenha o papel principal no planejamento e gestão da orla marítima. As tomadas de decisões devem basear-se em estudos específicos, realizados por técnicos conhecedores da metodologia e dos modelos usados, através da aplicação de modelagem e bases de dados, como as fornecidas pelo SMC-Brasil. Seu emprego adequado e criterioso é importante e deve ser repercutido em diversas escalas espaciais, sobretudo em setores onde a orla marítima seja considerada sob o risco de erosão e/ou inundação, com perda do uso da zona costeira, de instalações antrópicas ou ambientes de interesse ecológico, subsidiando assim as políticas e as ações de gestão costeira.

Contudo, o uso adequado de ferramentas do SMC-Brasil nos processos públicos de planejamento e gestão costeiros consiste em um grande desafio para os setores governamentais responsáveis pela implementação dessas ações, especialmente nos níveis municipal e estadual, devido à dificuldade em absorver tais informações nos processos de licenciamento ambiental, planejamento e gestão da orla marítima. O uso deste tipo de ferramenta deve ser incentivado, pois observa-se em outros países a aplicação exitosa de ferramentas semelhantes ao SMC-Brasil, como suporte à gestão costeira e como norteadoras de ocupações adequadas e viáveis ambiental, social e economicamente. Tal trabalho vem contribuir com este tipo de visão, apresentando importantes resultados quanto ao clima de ondas da praia de Ponta Negra.

Na avaliação desta base de dados para o clima de ondas, na região próxima à praia de Ponta Negra, verificou-se que há a possibilidade de que a descontinuidade no talude continental, conhecida como cânion do rio Potengi, afete as ondas associadas a eventos extremos. Sugere-se que estudos futuros sejam desenvolvidos para

avaliar a real influência deste cânion submerso na dinâmica do clima de ondas na região de Natal.

Após a avaliação de alguns pontos DOW localizados na cota batimétrica de 20m, foi selecionado o ponto P1 (latitude 5.8775° S e longitude 35.0301° W) como o mais representativo dos estados de mar na região. Assim, para águas intermediárias, as ondas são provenientes predominantemente das direções E e ESE, que juntas representam mais de 95% dos casos, com registro também de ondas de ENE e SE. Sazonalmente, a predominância de ondulações provenientes de ESE foi observada em todas as estações do ano; porém, no verão nota-se um aumento na participação de ondas originárias de E.

Os parâmetros que caracterizam o espectro de onda do ponto P1 mostraram que para a região os valores de Hs variam entre 0,5 m e 2,8 m, com 75% dos estados de mar apresentando ondas inferiores a 1,6 m. Ondas com Hs superior a 2,6 m apresentam um período de retorno probabilístico de aproximadamente 10 anos. Quanto aos períodos de pico no ponto P1, os valores variam entre 4 s e 20 s, sendo que 75% dos estados de mar apresentam Tp inferior a 8 s. Ondas com Tp superior a 18 s apresentam um período de retorno probabilístico igualmente superior a 10 anos. A análise da distribuição conjunta de Hs-Tp e Hs-Dir mostrou que em P1 as ondas mais frequentes são aquelas com Hs entre 1,3 e 1,7 m, Tp em torno de 8s, e provenientes da direção de 110°.

Na propagação desses casos espectrais verificou-se que a região sul da praia de Ponta Negra (área do Morro do Careca) é protegida da ondulação, com valores máximos registrados para Hs de cerca de 1,5 m em eventos de tempestade. Isso ocorre tanto devido aos efeitos de difração e refração, mais evidentes nas ondulações de ESE e SE, quanto também aos efeitos de perda de energia devido à presença de um fundo marinho de declividade mais suave. Deste modo, destaca-se o aumento à exposição das ondas de sul para norte na praia de Ponta Negra, em direção à praia da Via Costeira, com ondas de até 2,5 m alcançando a linha de costa em eventos de tempestade.

Na comparação entre as propagações em preamar e baixamar foi possível observar que em preamar as ondulações com maior altura de onda atingem além do que seria a face da praia e do pós praia. Tal ação pode aumentar a vulnerabilidade das estruturas urbanas instaladas neste local, fato este demonstrado por Amaro *et al.* (2014). Assim, este estudo destacou a grande relevância da avaliação do clima de ondas na modelagem morfodinâmica da praia de Ponta Negra, ampliando a compreensão do comportamento da praia em subsídio aos gestores da orla marítima, como garantia do uso de técnicas adequadas na avaliação de cenários preditivos de larga escala para esta praia urbana. Os resultados

obtidos neste estudo representaram uma colaboração ao poder público para consolidar e ampliar as ações do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC (MMA, 1997) e em consequência o Plano de Gerenciamento Costeiro do Rio Grande do Norte. Porém, medidas de dados *in situ* são necessárias para que estas análises sejam validadas e utilizadas de maneira adequada na gestão da praia de Ponta Negra.

Conta-se, portanto, que os resultados apresentados neste trabalho ampliem as possibilidades de estudos integrados em parceria entre os órgãos dos três níveis de governo, envolvidos na gestão integrada da orla marítima, e as instituições de ensino e pesquisa, focados nos processos erosivos e fenômenos de inundação em áreas costeiras. Mas o que se espera, primordialmente, é que tais estudos possam nortear o uso e a ocupação adequada da orla marítima do RN.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto de Hidráulica Ambiental da Cantabria (IHCantabria) da Universidad de Cantabria, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente espanhol, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade de São Paulo (USP), pelo patrocínio, desenvolvimento, disponibilização, incentivo e disseminação do SMC-Brasil; ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA) e Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) pelo apoio financeiro e técnico na execução deste trabalho.

#### References

- Almeida, L.R. (2013) - *Estudio de dinámica litoral y evolución de la zona sur de la Playa de Piçarras (Santa Catarina/Brasil)*. 263p., Dissertação de Mestrado, Universidad de Cantabria, Santander, Espanha. *Não publicado*.
- Amaro, V.E.; Gomes, L.R.S.; Lima, F.G.F.; Scudelari, A.C.; Neves, C.F.; Busman, D.V.; Santos, A.L.S. (2014) - Multitemporal Analysis of Coastal Erosion Based on Multisource Satellite Images, Ponta Negra Beach, Natal City, Northeastern Brazil. *Marine Geodesy* [Published online: 19 Jun 2014]. DOI: 10.1080/01490419.2014.904257
- Amaro, V.E.; Lima, F.G.F.; Santos, M.S.T. (2013) - An Evaluation of Digital Elevation Models to Short-Term Monitoring of a High Energy Barrier Island, Northeast Brazil. *International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Mining Engineering*, 7(4):317-324. Disponível on-line em <http://waset.org/publications/14731>.
- Barros, J.D.; Furtado, M.L.S.; Costa, A.M.B.; Marinho, G.S.; Silva, F.M. (2013) - Sazonalidade do vento na cidade de Natal/RN. *Sociedade e Território* (ISSN: 2177-8396), 25(2):78-92, Universidade Federal de Rio Grande do Norte, Natal, Brasil. Disponível on-line em <http://www.periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/3580>
- Battjes, J.A.; Janssen, J.P.F.M. (1978) - Energy loss and set-up due to breaking of random waves. *Coastal Engineering*, 16:569-587. DOI: 10.9753/icce.v16. Disponível on-line em <http://journals.tdl.org/icce/index.php/icce/article/viewFile/3294/2962>
- Booij, N.; Ris, R.C.; Holthuijsen, L. H. (1999) - A third-generation wave model for coastal regions. Part I: model description and validation. *Journal of Geophysical Research*, 104(C4):7649-7666. DOI: 10.1029/98JC02622

- Borgman, L.E. (1984) - *Directional spectrum estimation for the Sxy gages*. 104p., Technical Report, Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, MS, U.S.. *Não Publicado*.
- Bowns, E.; Gunther, H.; Rosenthal, W.; Vincent, C.L. (1985) - Similarity of the wind wave spectrum in finite depth water. *Journal of Geophysical Research*, 90(C1):975-986. 1985. DOI: 10.1029/JC090iC01p00975
- Caires, S.; Sterl, A. (2005a) - 100-year return value estimates for ocean wind speed and significant wave height from the era-40 data. *Journal of Climate*, 18(7):1032-1048. DOI: 10.1175/JCLI-3312.1
- Caires, S.; Sterl, A. (2005b) - A new non-parametric method to correct model data: application to significant wave height from the ERA-40 reanalysis. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 22(4):443-459. DOI: 10.1175/JTECH1707.1
- Camus, P. (2009) - *Metodologías para la definición del clima marítimo en aguas profundas y someras: Aplicaciones en el corto, medio y largo plazo*. 270p., Tese de doutorado, Universidad de Cantabria, Santander, Espanha. *Não Publicado*.
- Camus, P.; Mendez F.J.; Medina, R.; Cofiño, A.S., (2011a) - Analysis of clustering and selection algorithms for the study of multivariate wave climate. *Coastal Engineering*, 58(6):453-462. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2011.02.003.
- Camus, P.; Mendez, F.J.; Medina, R. (2011b) - A hybrid efficient method to downscale wave climate to coastal areas. *Coastal Engineering* 58(9):851-862. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2011.05.007
- Camus, P.; Mendez, F.J.; Medina, R.; Tomas, A.; Izaguirre, C. (2013) - High resolution downscaled ocean waves (DOW) reanalysis in coastal areas. *Coastal Engineering*, 72:56-68. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2012.09.002.
- CEPAL (2011) - *Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: Dinámicas, tendencias y variabilidad climática*. 263p., Organización de las Naciones Unidas (ONU), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile. Disponível on-line em <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/2/45542/W.447.pdf>
- Cox, A.; Swail, V. (2001) - A global wave hindcast over the period 1958-1997: validation and climate assessment. *Journal of Geophysical Research*, 106(C2):2313-2329. DOI: 10.1029/2001JC000301
- DHN (1972) - *Carta náutica n° 800: da Ponta dos Três Irmãos ao Cabo Branco*. 4° Ed., Marinha do Brasil, Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- DHN (2009) - *Carta náutica n° 810 - Proximidades do Porto de Natal*. Marinha do Brasil, Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em [http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-cartas-raster/raster\\_disponiveis.html](http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-cartas-raster/raster_disponiveis.html)
- Dodet, G.; Bertin, X.; Taborda, R. (2010) - Wave climate variability in the north-east Atlantic ocean over the last six decades. *Ocean Modelling*, 31(3-4):120-131. DOI: 10.1016/j.ocemod.2009.10.010
- Ferreira, A.T.S.; Amaro, V. E. ; Santos, M. S. T. (2014) - Geodésia aplicada à integração de dados topográficos e batimétricos na caracterização de superfícies de praia". *Revista Brasileira de Cartografia* (ISSN: 1808-0936), 66(1):167-184, Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em <http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/591>
- Fisher, R.A.; Tippett, L.H.C. (1928) - Limiting forms of the frequency distribution of the largest or smallest member of a sample. *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 24(2):180-190. DOI: 10.1017/S0305004100015681
- Franke, R. (1982) - Scattered data interpolation: test of some methods. *Mathematical of Computation* (ISSN 0894-0347), 38(157):181-200, American Mathematical Society, Providence, RI, U.S.A. Disponível on-line em <http://www.ams.org/journals/mcom/1982-38-157/S0025-5718-1982-0637296-4/>
- González, M.; Medina, R.; Gonzalez-Ondina, J.; Osorio, A.; Méndez, F.J.; García, E. (2007) - An integrated coastal modeling system for analyzing beach processes and beach restoration projects, SMC. *Computers & Geosciences*, 33(7):916-931. DOI: 10.1016/j.cageo.2006.12.005
- Graham, N.; Diaz, H. (2001) - Evidence of intensification of north pacific winter cyclones since 1948. *Bulletin of the American Meteorology Society*, 82(9):1869-1893. DOI: 10.1175/1520-0477(2001)082<1869:EFIONP>2.3.CO;2
- Guanche, Y.; Guanache, R.; Camus, P.; Mendez, F.J.; Medina, R. (2013) - A multivariate approach to estimate design loads for offshore wind turbines. *Wind Energy*, 16(7):1091-1106. DOI: 10.1002/we.1542
- Hydroconsult (1979) - *Consultoria, Estudos e Projetos. Estudo do Comportamento hidráulico do estuário e litoral adjacente à foz do Rio Potengi, Natal - Estado do Rio Grande do Norte*. Relatórios Finais, v.1-2. Hydroconsult, São Paulo, SP, Brasil. *Não Publicado*.
- Izaguirre, C.; Menéndez, M.; Camus, P.; Méndez, F.J.; Mínguez, R.; Losada, I.J. (2012) - Exploring the interannual variability of extreme wave climate in the Northeast Atlantic Ocean. *Ocean Modelling*, 59-60:31-40. DOI: 10.1016/j.ocemod.2012.09.007
- Izaguirre, C.; Méndez, F.J.; Espejo, A.; Losada, I.J.; Reguero, B.J. (2013) - Extreme wave climate changes in Central-South America. *Climatic Change*, 119(2):277-290. DOI: 10.1007/s10584-013-0712-9
- Kirby, J.T. (1986) - Higher-order approximations in the parabolic equation method for water waves. *Journal of Geophysical Research*, 91(C1):933-952. DOI: 10.1029/JC091iC01p00933
- Liu, P.L.F.; Losada, I.J. (2002) - Wave propagation modeling in coastal engineering. *Journal Of Hydraulic Research*, 40(3):229-240. DOI: 10.1080/00221680209499939
- Luca, C.B. (2011) - *Implementação de ferramentas numéricas e bases de dados no SMC-Brasil e sua aplicação no estudo piloto da praia de Massaguaçu-Brasil*. 213p., Dissertação de Mestrado, Universidade de Cantabria, Santander, Espanha. *Não publicado*.
- Marcelino, A.M.T. (1999) - *O turismo e a transformação do espaço e da paisagem litorânea potiguar*. 152p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Departamento de Ciências Sociais, Natal (RN/Brasil). *Não publicado*.
- Martínez, C.; Quezada, M.; Rubio, P. (2011) - Historical changes in the shoreline and littoral processes on a headland bay beach in central Chile. *Geomorphology*, 135(1-2):80-96. DOI: 10.1016/j.geomorph.2011.07.027
- Medellín, G.; Medina, R.; Falqués, A.; González, M. (2008) - Coastline sand waves on a low-energy beach at "El Puntal" spit, Spain. *Marine Geology*, 250(3-4):143-156. DOI: 10.1016/j.margeo.2007.11.011.
- MMA (1997) - *Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II*. n.p., Brasília, DF, Brasil. Disponível em [http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/\\_arquivos/pngc2.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/pngc2.pdf)
- MMA (2006) - *Projeto orla: fundamentos para gestão integrada*. - 2° ed., 74p., Ministério do Meio Ambiente (MMA) / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Brasília, DF, Brasil. ISBN: 8577380297. Disponível on-line em [http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/spu/publicacao/081021\\_PUB\\_ProjOrla\\_fundamentos.pdf](http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/spu/publicacao/081021_PUB_ProjOrla_fundamentos.pdf)

- Moraes, A.C.R. (1994) - *Meio ambiente e ciências humanas*. Hucitec, 161p., São Paulo, Brasil. ISBN 85.271.0272-2
- Oliveira, M. (org.). (2013) - *Diálogos Brasil-Espanha: Sistema de Modelagem Costeira*. 72p., Instituto Ambiental Brasil Sustentável (IABS) / Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (AECID) / Ministério do Planejamento (MP) / Ministério do Meio Ambiente (MMA) / Editora IABS, Brasília, DF, Brasil. ISBN: 978-8564478152
- Pilar, P.; Soares, C.G.; Carretero, J.C. (2008) - 44-year wave hindcast for the north east Atlantic European coast. *Coastal Engineering*, 55 (11):861–871. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2008.02.027
- Raabe, A.L.A.; Klein, A.; González, M.; Medina, R. (2010) - MEPBAY & SMC: software tools to support different operational levels of headland bay beach coastal engineering projects. *Coastal Engineering*, 57(2):213-226. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2009.10.008
- Reguero, B.G.; Menéndez, M.; Méndez, F.J.; Mínguez, R.; Losada, I.J. (2012) - A Global Ocean Wave (GOW) calibrated reanalysis from 1948 onwards. *Coastal Engineering*, 65:38-55. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2012.03.003
- Reguero, B.G.; Méndez, F.J.; Losada, I.J. (2013) - Variability of multivariate wave climate in Latin America and the Caribbean. *Global and Planetary Change*, 100:70–84. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2012.09.005
- Restrepo L., J. C.; Otero D., L.; López I., S.A. (2009) - Clima de oleaje en el Pacífico Sur de Colombia, delta del río Mira: comparaciones estadísticas y aplicación a procesos costeros. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (ISSN 0370-3908), 33(128):357-375, Bogotá, D.C., Colombia. Disponível on-line em [http://www.acefyn.org.co/revista/Vol\\_33/128/357-375.pdf](http://www.acefyn.org.co/revista/Vol_33/128/357-375.pdf)
- Santos, M.S.T.; Amaro, V.E.; Souto, M.V.S. (2011) - Metodologia geodésica para levantamento de linha de costa e modelagem digital de elevação de praias arenosas em estudos de precisão de geomorfologia e dinâmica costeira. *Revista Brasileira de Cartografia* (ISSN: 1808-0936), 63(5):663-681, Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em <http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/415/402>.
- SMC-Brasil (2014a) - *Sistema de Modelagem Costeira* do Brasil. Web-page, Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria, Santander, Espanha. <http://smcbrasil.ihcantabria.com>.
- SMC-Brasil (2014a) - *Documento temático de Ondas*. 155p., Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria, Santander, Espanha. Disponível on-line em [http://smcbrasil.ihcantabria.com/wp-content/uploads/2013/06/Documento\\_Tematico\\_de\\_Ondas.pdf](http://smcbrasil.ihcantabria.com/wp-content/uploads/2013/06/Documento_Tematico_de_Ondas.pdf).
- Sterl, A.; Komen, G.; Cotton, P. (1998) - Fifteen years of global wave hindcasts using winds from the European centre for medium-range weather forecast reanalysis: validating the reanalyzed winds and assessing the wave climate. *Journal of Geophysical Research*, 103(C3):5477–5492. DOI: 10.1029/97JC03431
- Sterl, A.; Komen, G.; Cotton, P. (1998) - Fifteen years of global wave hindcasts using winds from the European centre for medium-range weather forecast reanalysis: validating the reanalyzed winds and assessing the wave climate. *Journal of Geophysical Research*, 103(C3):5477–5492. DOI: 10.1029/97JC03431
- Tavares Junior, W. (1979) - *Pesquisa de modelo matemático, para simulação do espectro de energia unidimensional, de ondas de superfície geradas pelo vento (Natal, RN, 05° 45' 02" E 035° 11' 01" W)*. 137p., Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. Não publicado.
- Tintoré, J.; Medina, R.; Gómez, L.; Orfila, A.; Vizoso, G. (2009) - Integrated and interdisciplinary scientific approach to coastal management. *Ocean & Coastal Management*, 52(10):493-505. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2009.08.002
- Tolman, H.L. (2002) - *User manual and system documentation of WAVEWATCH-III version 2.22*. 133p., NOAA/NWS/NCEP Technical Note, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service, Washington, DC, U.S.A. Disponível on-line em [http://polar.ncep.noaa.gov/mmab/papers/tn222/MMAB\\_222.pdf](http://polar.ncep.noaa.gov/mmab/papers/tn222/MMAB_222.pdf)
- Tomás, A.; Méndez, F.J.; Losada, I.J. (2008) - A method for spatial calibration of wave hindcast data bases. *Continental Shelf Research*, 28(3):391–398. DOI: 10.1016/j.csr.2007.09.009
- Uppala, S.M.; Kallberg, P.W.; Simmons, A.J.; Andrae U.; Bechtold, V.C.; Fiorino, M.; Gibson, J.K.; Haseler, J.; Hernández, A.; Kelly, G.A.; Li, X.; Onogi, K.; Saarinen, S.; Sokka, N.; Allan, R.P.; Andersson, E.; Arpe, K.; Balmaseda, M.A.; Beljaars, A.C.M.; Van De Berg, L.; Bidlot, J.; Bormann, N.; Caires, S.; Chevallier, F.; Dethof, A.; Dragosavac, M.; Fisher, M.; Fuentes, M.; Hagemann, S.; Holm, E.; Hoskins, B.J.; Isaksen, I.; Janssen, P.A.E.M.; Jenne, R.; McNally, A.P.; Mahfouf, J.F.; Morcrette, J.J.; Rayner, N.A.; Saunders, R.W.; Simon, P.; Sterl, A.; Trenberth, K.E.; Untch, A.; Vasiljevic, D.; Viterbo, P.; Woollen, J. (2005) - The era-40 reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 131(612):2961–3012. DOI: 10.1256/qj.04.176
- Vianello, R.L.; Alves, A.R. (1991) - *Meteorologia básica e aplicações*. 449p., Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. ISBN: 978-8572694322
- Vital, H.; Silveira, I. M.; Amaro, V. E.; Melo, F. T. L.; Souza, F. E. S.; Chaves, M. S.; Lima, Z. M. C.; Frazao, E. P.; Tabosa, W. F.; Araújo, A. B.; Souto, M. V. S. (2006) - Rio Grande do Norte. In: D. Muehe (Org), *Erosão e progradação no litoral brasileiro*, pp.155-172, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, DF, Brasil. , 476 p. ISBN 85-7738-028-9. Disponível on-line em [http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_sigercom/\\_arquivos/rn\\_erosao.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/rn_erosao.pdf)
- Vital, H.; Silveira, M.; Amaro V.E. (2005) - Carta sedimentológica da plataforma continental brasileira – Área Guamaré a Macau (NE Brasil), utilizando integração de dados geológicos e sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(3):233-241. DOI: 10.1590/S0102-261X2005000300003
- WasaGroup (1998) - Changing waves and storms in the northeast Atlantic? *Bulletin of the American Meteorology Society*, 79:741–760. DOI: 10.1175/1520-0477(1998)079<0741:CWASIT>2.0.CO;2
- Weisse, R., Von Storch, H. (2010) - *Marine Climate and Climate Change – Storms, Wind Waves and Storm Surges*. 219p., Springer-Praxis Books in Environmental, Heidelberg, Alemanha. ISBN: 978-3540253167.



## **Situação ecológica, socioeconómica e de governança após a implementação do primeiro plano de ordenamento no Parque Marinho Professor Luiz Saldanha (Arrábida, Portugal): I – informações e opiniões dos pescadores \***

Yorgos Stratoudakis<sup>@, a</sup>; Flavio Fernández<sup>a</sup>; Miguel Henriques<sup>b</sup>; João Martins<sup>b</sup>, Rogelia Martins<sup>a</sup>

### **Resumo**

O Parque Marinho Professor Luiz Saldanha (PMLS - Arrábida, Portugal) foi criado em 1998 e está regulado por um plano de ordenamento desde 2005. Este estudo apresenta os resultados de um inquérito que recolheu informações e opiniões de pescadores do PMLS sobre a situação ecológica, socioeconómica e de governança 4-7 anos após a implementação faseada das regras nesta área marinha protegida (AMP). As 31 perguntas sobre o sistema social-ecológico e algumas perguntas auxiliares foram presencialmente respondidas em entrevistas individuais por 23 pescadores do PMLS (cerca de um terço dos licenciados) aleatoriamente escolhidos. As informações sobre a actividade pesqueira são utilizadas para formar indicadores de estado e de tendência para parâmetros ecológicos. As opiniões relacionadas com a interacção com outros utentes, as regras do PMLS e instituições associadas formam indicadores socioeconómicos e de governança considerados relevantes para qualquer AMP. Os resultados são comparados com dados oficiais de actividade pesqueira no porto de origem (Sesimbra) e com informações de literatura publicada. No geral, a caracterização da pesca do PMLS com base nas respostas ao inquérito foi reveladora de uma maior complexidade do que anteriormente reconhecida para esta pequena frota; os resultados para os indicadores ecológicos no PMLS genericamente apontam para ausência de mudança, mas são inconclusivos, dado a ausência de padrões claros nas respostas e algumas incongruências com outras fontes de informação. Os resultados para os indicadores socioeconómicos e de governança são claros no registo maioritário de desalento, mas difusos no registo das causas e propostas de solução. Esta análise é complementada pelo estudo de Stratoudakis *et al.*, (2015) sobre as percepções de outros utentes do PMLS relativamente à mesma temática, aonde também se cruzam os resultados dos dois inquéritos. O objectivo conjunto destes trabalhos é apoiar a avaliação da eficácia de gestão no processo da primeira revisão do plano de ordenamento do PMLS e a iniciação de um plano de monitorização longitudinal focando em metodologias participativas.

**Palavras-chave:** AMP, Pescarias, Monitorização Participativa, Questionário, Avaliação de Eficácia de Gestão

### **Abstract**

*Ecological, socioeconomic and governance conditions after the implementation of the first spatial plan in the Prof. Luiz Saldanha Marine Park (Arrábida, Portugal): I – Fisher information and opinions*

*The Prof. Luiz Saldanha Marine Park (PMLS – Arrábida, Portugal) was created in 1998 and is regulated by a spatial plan since 2005 (POPNA). The present study shows results from an inquiry that collected information and opinions of PMLS fishers*

<sup>@</sup> Corresponding author, to whom correspondence should be addressed. e-mail: <yorgos@ipma.pt>

<sup>a</sup> IPMA, Instituto Português do Mar e da Atmosfera IP, Avenida de Brasília s/n; 1449-006; Lisboa, Portugal.

<sup>b</sup> ICNF, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas IP, Parque Natural de Arrábida, Praça da República; 2900-587; Setúbal, Portugal.

Submission: 23 DEC 2014; Peer review: 8 FEB 2015; Revised: 18 FEB 2015; Accepted: 22 FEB 2015; Available on-line: 24 FEB 2015

This article contains supporting information online at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-571\\_Stratoudakis\\_Supporting-Information.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-571_Stratoudakis_Supporting-Information.pdf)



on the ecological, socio-economic and governance conditions 4-7 years after the phased introduction of regulation in this marine protected area (MPA). The 31 questions about the social-ecological system and some auxiliary questions were responded by 23 fishermen (skippers of a third of the <7 m fishing vessels from Sesimbra allowed to operate in the Park) in individual interviews. Information on fishing activity is used to construct state and trend indicators for ecological variables (mean CPUE for target species, size of biggest target specimen caught in a year, number of bycatch species, number of vessels fishing at the outer limits of the MPA, etc.). Opinions related to the interaction with other users, the PMLS rules and associated institutions form socioeconomic and governance indicators considered relevant for any MPA (number of fishers affected by POPNA introduction, number of fishers known to seek PMLS license, perceived value of fishing boat and MPA license, prioritization of conflicts, etc.). The results are compared with official data of fishing activity in the fishing port of origin, Sesimbra (number of vessels and characteristics, number of landing trips, quantities and values landed daily by species and vessel) and with literature information. Overall, the characterization of the fishing activity within the PMLS based on the questionnaire replies reveals more complexity than previously reported for this small fishing fleet. The already known distinction between the smaller “aiolas” (older, wooden boats <4 m with low engine power and no mechanical support for gear lifting) and the larger “botes” (newer, PVC boats, 5-7 m length, with bigger engine power and mechanical gear lifting support) is further accentuated by demonstration that “aiolas” are exclusively operating within the Park using lines and having significant lower CPUEs than the larger “botes” that also use nets and pots and in most cases simultaneously operate both within and outside the Park. The ecological results appoint to an absence of change for most indicators and a non-significant decline in target species abundance. However, these results do not depict increases in relative abundance for hake, white seabreams and red mullet that are observed in the PMLS daily landings per vessel and supported by independent observations either at larger scales (hake) or within the PMLS (white seabreams) or can be explained by modifications in the PMLS fishing regulations (red mullet). The results on the socioeconomic and governance indicators are clear in the demonstration of pessimism, but diffuse in appointing to causes or possible solutions. Although the majority does not want their descendents to relate to fishing and for themselves prefer to return to the pre-POPNA situation, they also recognize a value in the MPA license, know of people that want to acquire it and consider co-management with the MPA authority as the best way to manage the fishery. Official data on small scale fishing vessel registers from continental Portugal confirm that the number of PMLS vessels reduced in the period 2006-2014 almost the double of the national median in that period (41% vs 22% reduction), however this reduction has only partly led to vessel decommissioning (mainly small “aiolas”; the entry of few new and more potent vessels has actually led to a net increase in total engine power of small fishing vessels at Sesimbra compared to the year of POPNA implementation. This analysis is complemented by the study of Stratoudakis *et al.* (2015) on perceptions of other PMLS users with respect to the same issues. The joint objective of these studies is to support the management effectiveness evaluation underway in the process of revision of POPNA and the initiation of a longitudinal monitoring plan for the PMLS, using participative methodologies.

**Keywords:** MPA, Fisheries, Participatory Monitoring, Questionnaire, Management Effectiveness Evaluation

## 1. Introdução

O Parque Marinho Professor Luiz Saldanha (PMLS) foi o primeiro Parque Marinho a ser criado em Portugal continental em 1998 (Decreto Regulamentar N.º 23/98) ao longo da costa da Península de Setúbal. Esta concretização legislativa surgiu 33 anos após as primeiras iniciativas para a criação de um “parque nacional submarino” na zona de Sesimbra (CPAS 1965a, b) e 22 anos depois da criação do Parque Natural da Arrábida (PNA - Decreto Lei N.º 622/76) na parte terrestre da serra de Arrábida. O PNA foi criado com o intuito de proteger esta zona de elevado valor ecológico, cultural e paisagístico do aumento da intensidade da pressão demográfica e do crescimento urbano e industrial na região metropolitana de Lisboa-Setúbal. O PMLS surgiu como extensão do PNA para o mar, numa área de 53 km<sup>2</sup> ao longo de 38 km de linha da costa (com o limite exterior a cerca de 1 milha da costa, em profundidades entre os 30 e os 100 m). O ordenamento actual do PMLS, incluindo o zonamento com áreas de protecção total, parcial e complementar (Figura 1) com as respectivas regras de uso, foi estabelecido com o Plano de Ordenamento do Parque Natural de Arrábida

publicado em 2005 (POPNA, Resolução de Conselho de Ministros N.º 141/2005 de 23 de Agosto), embora apenas tenha sido totalmente consolidado em 2009 após uma fase de transição onde as restrições referentes à pesca profissional foram entrando em vigor de forma faseada.

Os objectivos do PMLS listados no POPNA são a preservação da elevada biodiversidade marinha da zona (Henriques *et al.*, 2007); a promoção da recuperação das pradarias locais de fanerogâmicas marinhas (Cunha *et al.*, 2014); o estímulo à investigação científica aplicada à conservação, a informação, sensibilização e educação ambientais; a adaptação das normas gerais de emissão de efluentes à capacidade do meio receptor; a promoção do turismo da natureza e das actividades económicas tradicionais de base regional como a pesca com linhas e anzóis. Este último objectivo traduz a intenção genérica do POPNA de beneficiar o desenvolvimento sustentável e o bem-estar das populações locais, juntamente com a promoção da conservação. Todavia, a introdução do plano foi demorada e contestada na fase da apresentação pública e os conflitos dos utentes com a entidade gestora e entre eles foram

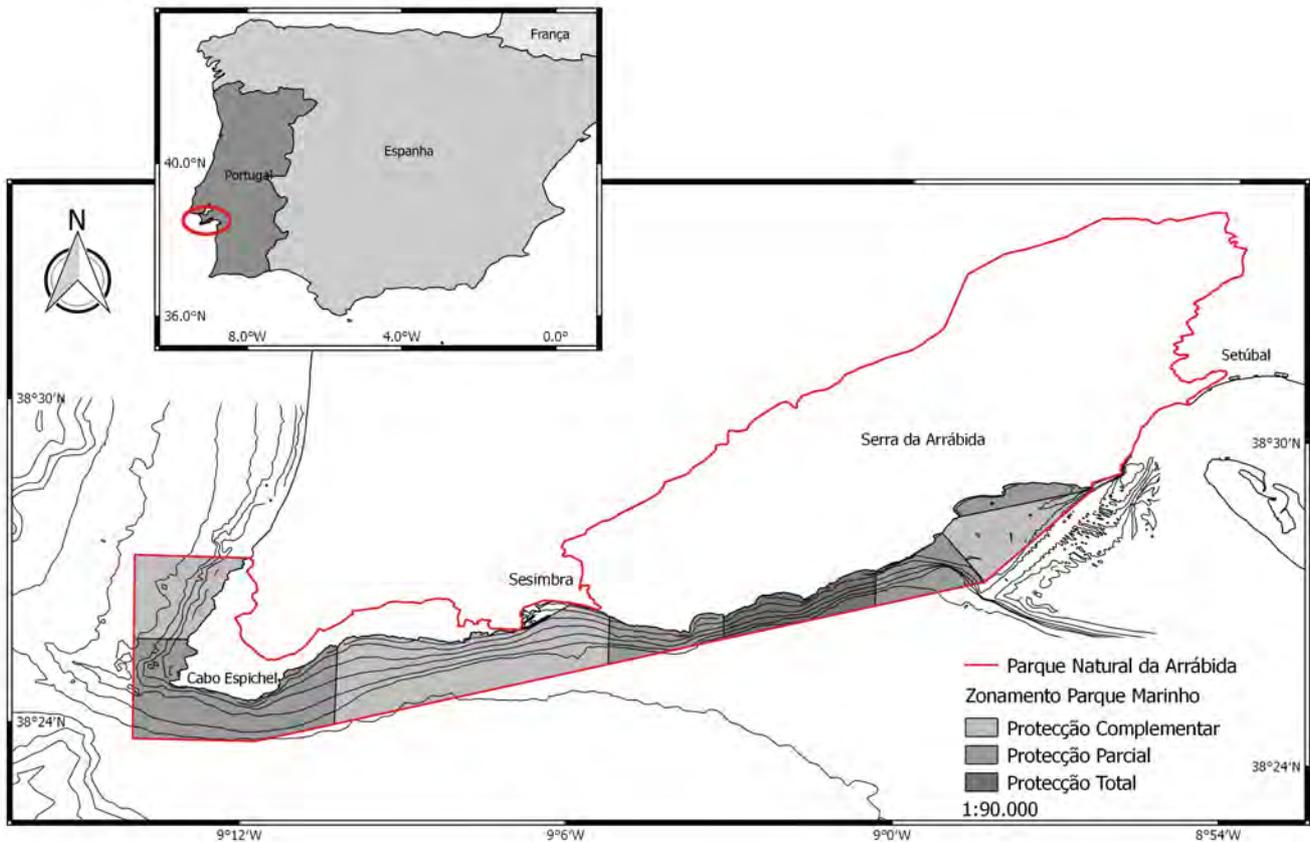


Figura 1 - Localização da área de estudo (Península de Setúbal) no contexto da Península Ibérica e zonamento do Parque Marinho Prof. Luiz Saldanha.

Figure 1 - Study area (Setúbal peninsula) location in the geographic context of the Iberian Peninsula and spatial zonation of the Prof. Luiz Saldanha marine park.

acesos e mantiveram-se após a implementação (Carneiro, 2011; Vasconcelos *et al.*, 2012).

A contestação foi maior no caso da pesca comercial, uma vez que na área do PMLS havia longo histórico de uso por embarcações de Sesimbra e Setúbal (Cruz, 1966; Cabral *et al.*, 2008; Ramos, 2009; Horta e Costa *et al.*, 2013a, b). O decreto regulamentar de 1998 proibiu a pesca com ganchorra e a apanha de bivalves com escafandro autónomo na área do PMLS. Também na altura ficou prevista a possibilidade de estabelecimento de outros condicionalismos específicos ao exercício da pesca profissional e lúdica, incluindo a fixação de um número máximo de embarcações a operar na área do PMLS, dando prioridade às comunidades locais dependentes da pequena pesca. Com a implementação do POPNA em 2005, a frota de pesca com licença para operar no PMLS ficou reduzida a embarcações de Sesimbra com menos de 7 metros de comprimento total, removendo deste espaço embarcações maiores do mesmo porto (principalmente embarcações polivalentes entre 7-9 m e algumas

maiores embarcações de cerco) e embarcações de portos vizinhos (principalmente de Setúbal).

O objectivo do presente estudo é caracterizar o sistema social-ecológico complexo do PMLS resultante da interação da pequena pesca com esta AMP (Ostrom, 2009; McClanahan *et al.*, 2009; Pollnac *et al.*, 2010) depois da entrada em vigor do seu plano de ordenamento, adaptando para tal uma metodologia genérica desenvolvida no âmbito do projecto MAIA (Áreas Marinhas Protegidas no arco Atlântico; <http://www.maia-network.org>). Os temas são divididos entre assuntos ecológicos, socioeconómicos e de governança, com indicadores específicos para avaliar o estado actual ou a tendência recente (mas ao contrário do *expert judgement* utilizado por Batista *et al.*, 2011, aqui a estimação dos indicadores é directamente baseada nas respostas dos utentes). O exercício é desenvolvido através de inquéritos e inclui o registo de informações e opiniões dos pescadores com licença para pescar no PMLS (presente trabalho) e as percepções de outros utentes do PMLS sobre os mesmos temas (Stratoudakis

*et al.*, 2015). O objectivo geral do conjunto destes trabalhos é apoiar a avaliação da eficácia de gestão no processo da primeira revisão do plano de ordenamento do PMLS, com base em metodologias participativas (por isto, ambos os documentos estão escritos em Português e submetidos numa revista com livre acesso *on-line*).

## 2. Materiais e Métodos

O desenvolvimento desta metodologia no âmbito do projecto MAIA teve um objectivo duplo: primeiro, apoiar a avaliação de eficácia de planos de gestão em AMPs isoladas através do contacto repetido no tempo com um painel de informantes (ver Yasué *et al.*, 2010 para exemplo deste tipo de estudo longitudinal e Pomeroy *et al.*, 2005 para o raciocínio subjacente a avaliações de eficácia de planos de gestão); segundo, potenciar estudos comparativos entre sistemas através da observação de padrões de semelhanças e diferenças na interacção pequena pesca/AMP em diferentes áreas (ver Jentoft *et al.*, 2012 para exemplo desta comparação entre AMPs e Coll *et al.*, 2014 para comparações semelhantes em escalas espaço-temporais mais alargadas).

### i) Inquérito

Para construir o questionário foram inicialmente definidas 15 perguntas sobre assuntos ecológicos, socioeconómicos e de governança do sistema do PMLS e da sua interacção com a pequena pesca, que foram consideradas relevantes para a avaliação da eficácia de gestão em qualquer AMP (Pomeroy *et al.*, 2004; Pomeroy *et al.*, 2005). Estas perguntas são todas direccionais, apontando para o sentido considerado positivo na tendência temporal em qualquer AMP, independentemente dos objectivos específicos da criação, as regras de uso, a dimensão da área ou a duração do processo (ver Informação de Suporte: 1 – Perguntas genéricas na base do inquérito). Com base nestas 15 perguntas genéricas foram criadas perguntas específicas (uma ou mais para cada assunto), de modo que as respostas pudessem constituir um indicador quantitativo (de estado ou de tendência) para cada propriedade do sistema e que, através do seu uso repetido, se pudessem tirar ilações sobre a evolução do sistema (ver também Batista *et al.*, 2011, Leleu *et al.* 2012, e Santos *et al.*, 2012 para raciocínio similar e Stratoudakis *et al.*, 2015 para a definição de perguntas específicas para os restantes utentes do PMLS).

No caso do questionário para os pescadores com licença da AMP os indicadores foram criados tendo em conta o conhecimento e condições de pesca locais, procurando principalmente obter indicadores de estado através de estimadores baseados no desenho de amostragem (Davis and Wagner, 2003). Para cada propriedade do sistema ecológico, tentou-se identificar um indicador familiar aos pescadores (i.e. uma variável com interesse

ou facilmente quantificada por eles), pedindo uma estimativa para um período recente e uma comparação com os últimos 4-5 anos (numa escala *Likert* de 5 níveis: muito inferior; inferior; igual; superior; muito superior). Por exemplo, para a propriedade de biodiversidade do PMLS foi pedido para cada arte de pesca uma estimativa do número total de espécies capturadas no ultimo ano (incluindo as espécies sem valor comercial) em intervalos que variaram de <5 espécies até >30 espécies e depois foi perguntado como este número se comparava com os últimos 4-5 anos. As perguntas ecológicas foram desenvolvidas ao nível dos *métiers* (principais artes, usadas numa época do ano para determinadas espécies alvo), assim as informações e comparações ecológicas foram requeridas ou ao nível da arte (dimensão, frequência de uso por semana dentro e fora do PMLS, etc.) ou ao nível da espécie alvo (captura numa semana normal de trabalho, peso máximo de exemplar capturado no último ano, etc.).

No total foram desenvolvidas 5 perguntas para caracterização da actividade pesqueira e 12 perguntas ecológicas. No caso das propriedades socioeconómicas e de governança foram também desenvolvidos alguns indicadores de estado (e.g. “quantos projectos científicos relacionados com o PMLS conhece (nos últimos 4-5 anos), em quantos participou e de quantos teve conhecimento dos seus resultados?”), mas houve também várias perguntas de ordenação de opções (e.g. “ordena, em preferência decrescente, o regime de gestão que na sua opinião garantiria a pesca mais sustentável dentro do PMLS: regras UE (PCP - Política Comum de Pescas); regras nacionais (DGRM - Direcção Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos); regras PMLS (ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas); cogestão (ICNF e pescadores); pescadores”). Nas perguntas de ordenação, em vários casos foi incluída uma opção aberta, enquanto que no cumprimento das regras e nos problemas de gestão pesqueira houve também perguntas abertas para registar problemas e sugestões dos pescadores. No total foram desenvolvidas 9 perguntas socioeconómicas e 10 de governança, identificando também alguns indicadores de tendência para avaliar o estado de propriedades-chave comparativamente à sua situação 4-5 anos antes (aproximadamente o período desde a entrada em pleno funcionamento dos conditionalismos espaciais do plano de ordenamento).

Para além destas 31 perguntas sobre o sistema social-ecológico, foram incluídas no questionário algumas perguntas sobre o inquirido, a clareza e possível utilidade do questionário. Todas as perguntas foram inicialmente desenvolvidas em inglês, no contexto da colaboração de equipa internacional do projecto MAIA, e depois foram traduzidas para português para aplicar no PMLS. Depois da tradução, o questionário foi testado com dois colaboradores com grande ligação com a

comunidade piscatória portuguesa e de Sesimbra para aconselhar sobre o melhor método de formular cada pergunta e os termos mais apropriados a usar. Na ficha do questionário um preâmbulo introduziu os objectivos e componentes do estudo no âmbito do projecto MAIA, indicando também a garantia do anonimato dos inquiridos.

### *ii) Amostragem*

O questionário foi desenhado para ser respondido por pescadores da frota com licença de pesca no PMLS. Na data de realização do inquérito (verão de 2012) este universo era constituído por 67 embarcações de Sesimbra, todas com menos de 7 m de comprimento total, mas mesmo assim com alguma heterogeneidade entre botes e aiolas (ver Informação de Suporte: 2 - Caracterização da frota do PMLS). O inquérito foi efectuado de Julho a Setembro de 2012, simultaneamente com o trabalho de campo para o inquérito dirigido aos outros utentes do PMLS (ver Stratoudakis *et al.*, 2015). Foram entrevistados 23 pescadores que representam 34% do total dos pescadores com licença do PMLS na altura do estudo (ver Informação de Suporte: 3 – Representatividade da amostragem). Todos os questionários foram respondidos em formato de entrevista que durou entre 30 e 120 minutos (dependendo do detalhe nas respostas do entrevistado, da necessidade de esclarecimentos com perguntas adicionais do entrevistador e da vontade do entrevistado de falar em outros assuntos relacionados com as perguntas) e ocorreu sempre numa sala isolada, na presença exclusiva do inquirido e do entrevistador. Os entrevistadores foram os dois primeiros autores, procurando seguir o mesmo formato de entrevista. O inquérito estava sempre visível ao entrevistado, que podia observar as respostas que estavam a ser registadas para cada pergunta. O guião da entrevista era condicionado pela ordem das perguntas, mas para todas as situações que uma resposta extrema ou uma informação atípica era fornecida, havia oportunidade de iniciar curtos diálogos sobre o assunto. As entrevistas não foram gravadas mas foram tirados apontamentos, nomeadamente para registar frases específicas ou informações adicionais. A escolha dos inquiridos foi aleatória (baseada na disponibilidade para o dia e hora de entrevista ou no encontro na área do porto) e todos os contactados aceitaram participar. Todavia, em três casos o inquérito não foi realizado por falta de comparecimento e só num destes casos a entrevista foi realizada posteriormente. A idade dos inquiridos variou entre os 28 e os 71 anos (média de 50 anos), sem diferenças significativas entre pescadores de botes e aiolas (Cabral *et al.*, 2008 indicam que os pescadores de aiolas são geralmente de maior idade de que os dos botes). O contacto mínimo do pescador com o sistema ecológico do PMLS foi de 7 anos, sendo em média de 30 anos e a máxima de 58 anos.

### *iii) Dados e análise*

Para além dos dados resultantes dos inquéritos, foram também utilizados dados oficiais da DGRM para caracterização da actividade pesqueira e de desembarques para embarcações com <7 m de comprimento total e licenciadas a exercer actividade profissional de pesca. Para comparar a evolução da frota no PMLS com o resto do país desde a entrada em vigor do POPNA, foram utilizados registos anuais de número de embarcações, arqueação bruta, potência de motor e comprimento médio nos 32 principais portos de pesca em Portugal continental no período 2006-2014. A análise incluiu portos com registo de embarcações licenciadas tanto para o mar como para águas interiores, mas só foram considerados os dados referentes às embarcações licenciadas para operar no mar. Para analisar a evolução de desembarques (em quantidade e valor) no PMLS, foram utilizados os registos diários por espécie para a frota do PMLS durante o período 2005-2013. É conhecido que esta informação tem várias limitações, como a contaminação dos desembarques para cumprir a regra dos 100 dias (principalmente com espécies pelágicas), a fuga à lota (principalmente para espécies mais valiosas) e o facto dos desembarques de botes incluir também capturas provenientes fora do Parque (que é impossível de discriminar). Em qualquer caso, os desembarques em lota representam por ano aproximadamente o valor global da frota do PMLS (estimativa baseada em informação fornecida pelos pescadores no inquérito), não sendo assim um valor de pescado desprezível. Procedendo também a análise por espécies ou grupos de espécies e utilizando médias de CPUEs por maré, procurámos minimizar os efeitos acima mencionados, no pressuposto de ausência de padrões sistemáticos ao longo do tempo na fuga à lota ou na repartição da captura por espécie dentro e fora do PMLS.

Os resultados do questionário e restantes dados foram codificados e analisados utilizando o *software* R (versão 3.1 – R Core team 2014). As perguntas ecológicas preliminares foram utilizadas para caracterizar a pesca no PMLS, enquanto que as perguntas de cada secção foram separadas em indicadores de estado (i.e. situação actual) e indicadores de tendência (i.e. evolução da situação ao longo dos 4-5 anos até a data do inquérito). Algumas variáveis ecológicas tiveram de ser consideradas no nível do *métier* ou da espécie alvo, criando assim algumas situações de pseudo-replicação. O carácter ordinal das respostas na escala *Likert* foi mantido numa escala numérica natural, na qual a resposta de ausência de mudança foi codificada como zero (ver Informação de Suporte: 4 – Método de análise de respostas ordinais na escala *Likert* e respectivos resultados). Para as respostas dadas sob a forma de intervalo de valores quantitativos, foi considerada a média do intervalo. Foram

utilizados testes não paramétricos para explorar diferenças significativas na distribuição de amostras (emparelhadas ou não, utilizando o estatístico  $W$  do *Wilcoxon signed rank test* ou *rank sum test* respectivamente) ou a associação entre amostras emparelhadas (através do estatístico  $Rho$  do *Spearman rank correlation test*).

### 3. Resultados

#### i) A pesca no PMLS

Os 23 pescadores que responderam ao inquérito identificaram cumulativamente o uso de 45 artes de pesca (utilizadas em simultâneo ou em períodos alternados do ano) com 57 espécies ou grupos de espécies como alvo (de 17 *taxa* distintos: 12 teleósteos, 3 moluscos cefalópodes, 1 crustáceo e 1 peixe cartilágneo). Com base nestas respostas, é possível distinguir 15 *métiers* (Tabela 1) operados por embarcações com licença do PMLS. Alguns destes *métiers* foram descritos só para a área dentro do PMLS (e.g. pesca com toneira para choco - *Sepia officinalis* e lula - *Loligo* sp.) ou só fora do PMLS (e.g. pesca de tresmalho para tamboril - *Lophius* sp. e raias - *Raja* sp.), mas a maioria dos *métiers* é praticada tanto dentro como fora do PMLS. Dos 17 *taxa* identificados como alvo, o mais comum foi o choco com 14 pescadores de tresmalho e toneira a defini-lo como principal alvo (no caso do tresmalho só para os primeiros quatro meses do ano). O segundo alvo mais comum foi o polvo (*Octopus vulgaris*) a ser identificado por 10 pescadores, maioritariamente de covos mas também de piteira e palangre, o terceiro foi a lula (por 7 pescadores de toneira) e quarto o linguado (*Solea* sp. por 5 pescadores de tresmalho).

Comparando as 17 espécies ou *taxa* da Tabela 1 com a lista das 10 espécies mais desembarcadas em lota pelas embarcações do PMLS ao longo de 2011 em peso e valor (dados DGRM não apresentados), nota-se que das espécies mais abundantes nos desembarques anuais não constam na Tabela 1 a cavala (*Scomber colias*, 1.<sup>a</sup> espécie mais desembarcada pela frota do PMLS), o carapau (*Trachurus trachurus*, 3.<sup>a</sup> espécie mais desembarcada) e o carapau negrão (*Trachurus picturatus* - 10.<sup>a</sup> espécie mais desembarcada). Destas três espécies, só a cavala consta na lista das 10 espécies mais valiosas (7.<sup>a</sup>) o que é consistente com a definição dos alvos dos pescadores em função do valor e não da abundância das espécies. Da lista das espécies na Tabela 1 não constam na lista dos mais abundantes ou valiosos a lagosta (*Palinurus* sp.), a moreia (*Muraena helena*), o tamboril, a língua (*Dicologlossa cuneata*), o besugo (*Pagellus acarne*) e o salmonete (*Mullus surmuletus*). A maioria destas espécies foi referida como alvo só por um pescador (o salmonete por dois e o besugo por três), o que é consistente com uma menor representação nos desembarques anuais cumulativos do PMLS. As três espécies mais importantes em 2011 (polvo, choco e

lula, juntamente a perfazer 64% do valor total da primeira venda em lota das embarcações do PMLS) são também as espécies mais referidas como alvo na amostra, que perfazem 54% das pescarias identificadas nos inquéritos.

Dos 23 inquiridos, 14 afirmaram pescar só dentro do PMLS, 1 praticamente só fora e 8 tanto dentro como fora (alguns deles em simultâneo, principalmente com covos). Há uma diferença muito significativa na probabilidade de pescar dentro do PMLS para aiolas e restantes embarcações (Wilcoxon test:  $W=110$ ,  $p=0.001$ ); todas as aiolas e três embarcações intermédias (4-6m) sem alador declararam só pescar dentro do PMLS, podendo assim dizer-se que o grau de utilização do PMLS (parcial vs total) distingue na prática a operação dos maiores botes mecanizados com as restantes embarcações do PMLS. Só as maiores embarcações com alador (e em vários casos com mais de um tripulante) têm autonomia para se afastar do PMLS e capacidade de alar artes maiores ou em vários locais durante a mesma maré. Apesar destas diferenças espaciais, não houve diferenças significativas no número de artes utilizadas por embarcação (de 1 a 4, com mediana de 2 e média de 2,2) ou no esforço potencial: a maioria dos inquiridos assumiu pescar 4-5 vezes numa semana sem problemas de tempo, havendo também casos que só saem 1-2 vezes (emprego complementar) ou mesmo todos os dias que o mar permite. Todavia, o número de dias com vendas em lota para cada embarcação do PMLS em 2011 variou entre 27 e 209, com a média nos 125 dias (ou 2.3 saídas por semana) e com uma diferença marginalmente significativa entre aiolas e botes ( $W=693$ ,  $p=0,049$ ) de cerca de 18 dias de menos pesca por ano para as aiolas (medianas de 117,5 e 136 dias respectivamente).

#### ii) Indicadores ecológicos

Dividindo a captura total estimada para uma semana de pesca sem interferências de mau tempo pelo número médio de marés nesta mesma semana típica, obtém-se uma estimativa de captura por unidade de esforço (CPUE) para cada espécie alvo por pescador do PMLS. Esta CPUE é considerada um indicador de estado ecológico da AMP (indicador de abundância de espécies focais), juntamente com o tamanho máximo capturado para cada espécie alvo (indicador de composição demográfica). A Figura 2a visualiza a relação da CPUE com o peso do maior exemplar capturado no último ano para cada espécie referido por cada entrevistado. A correlação significativa entre as duas variáveis (Spearman's rank correlation test:  $Rho=0,54$ ;  $p<0,001$ ) aponta para alguma coerência interna nas respostas dos pescadores, apesar da grande variabilidade entre espécies (peso máximo de maior exemplar varia entre 0,3 kg para o salmonete e 45 kg para a corvina) e embarcações (CPUE média de espécie alvo por maré

**Tabela 1** - Definição de *métiers* (i.e. combinação de arte de pesca, época do ano e espécies alvo) com base nas respostas ao inquérito pelos pescadores do PMLS. O campo PMLS identifica se o *métier* descrito opera Dentro ou Fora do Parque.

**Table 1** - *Métier definition* (i.e. combination of fishing gear, season and target species) based on the replies of the questionnaire by PMLS fishers. The column PMLS indicates whether the *métier* is operated within (D) or outside (F) the Park area.

Arte de pesca	Característica	Dimensão	Espécies (ou Taxa)	Época	PMLS
Covos		60-1500	Polvo		D e F
Piteira		NA	Polvo		D
Toneira		NA	Choco e Lula		D
Tresmalho		30 – 36 panos	Choco	Jan-Abr	D e F
		30 – 36 panos	Linguado, Lingua	Mai-Dez	D e F
		8 panos	Lagosta		F
Emalhar	60 mm	24-26 panos	Salmonete	Jan - Abr	D
	80 mm	23-24 panos	Robalo		D e F
	80 mm	26-40 panos	Pescada e Besugo		D e F
	220 mm	80 panos	Tamboril e Raias		F
Palangre	Fino	300 anzóis	Sargo e Robalo		D e F
	Fino	350-500 anzóis	Dourada	Out-Dez	D e F
	Fino	500 anzóis	Corvina	Jun – Set	F
	Grosso	500 anzóis	Safio	Jun – Dez	D
	Grosso	550 anzóis	Moreia e Polvo		D e F

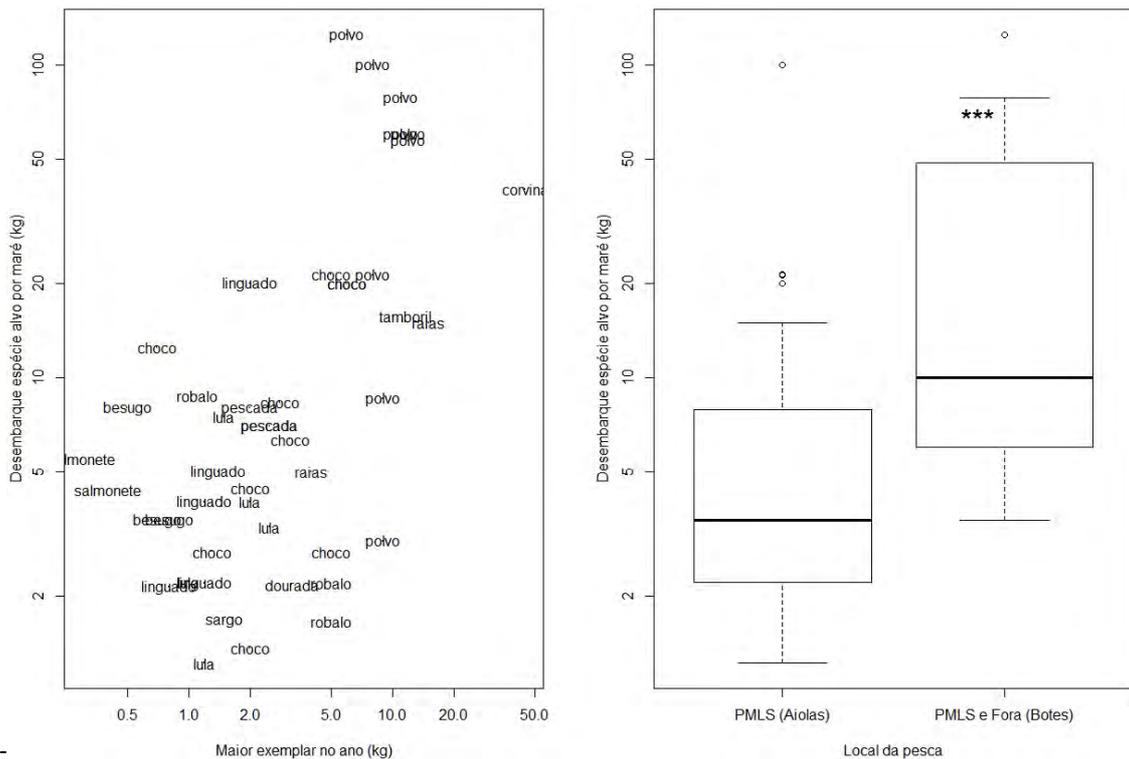


Figura 2 - Relação entre o maior exemplar da espécie alvo capturado no último ano e a captura média da espécie por maré (esquerda, gráfico em escala logarítmica) e distribuição da captura da espécie alvo por maré para embarcações que operam totalmente e parcialmente no PMLS (direita, gráfico de caixa e bigodes). Asteriscos indicam diferença altamente significativa na distribuição ( $p < 0,001$ ).

Figure 2 - Relationship between largest specimen of target species caught in the last year and mean catch of target species by fishing trip (left, in logarithmic scale) and distribution of target species catch by trip for vessels operating always inside vs both inside and outside the PMLS (right, box and whiskers plot). Asterisks indicate highly significant difference in distribution of CPUE ( $p < 0.001$ ).

varia entre 1,2-125 kg). Esta variabilidade em CPUE está em grande medida relacionada com a dimensão das embarcações (aiolas vs botes) que se reflecte bem no grau de utilização do PMLS para a sua actividade: a Figura 2b mostra uma diferença significativa na CPUE das espécies alvo entre embarcações que utilizem totalmente (aiolas) ou parcialmente (botes) o PMLS para a sua actividade ( $W=465,5$ ;  $p<0,001$ ), com significativamente maiores capturas para as maiores embarcações que utilizem parcialmente o PMLS. Esta diferença é também significativa para o valor dos desembarques (considerando o valor médio da primeira venda em lota para cada espécie em 2012) por maré ( $W=421,5$ ;  $p=0,011$ ), mas não para o peso máximo ( $W=353,5$ ;  $p=0,406$ ).

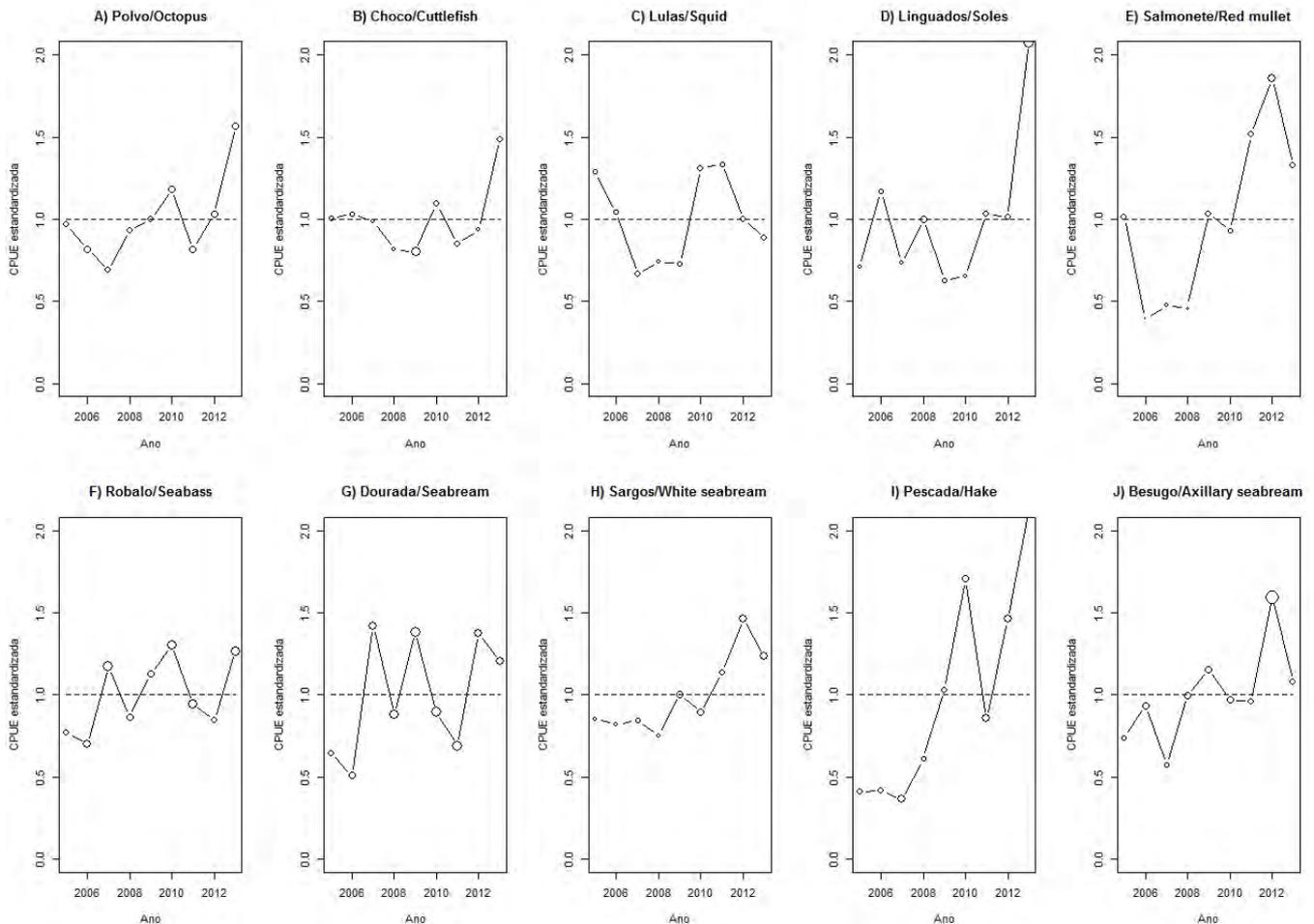
Outros indicadores de estado ecológico obtidos pelas respostas dos pescadores sobre a sua actividade são: a frequência de observação de artes e embarcações nas fronteiras externas do PMLS (indicador de efeito *spill-over* da AMP), o número de espécies sem interesse comercial capturadas (indicador de biodiversidade) e a frequência de captura de exemplares da espécie alvo perto do tamanho máximo registado (indicador de proporção de maiores peixes). A maioria dos pescadores inquiridos (15 dos 20 que responderam a esta pergunta, 75%), vêm diariamente artes e/ou embarcações nas imediações do PMLS, com um pescador a assumir que nunca vê, um a assumir que vê quinzenalmente e três semanalmente. O número de espécies sem interesse comercial capturadas ao longo do último ano é muito dependente da arte, com as redes de tresmalho e de emalhar (60 e 80 mm) a serem as artes que mais espécies capturam (maioria identificou o intervalo 21-30 espécies), sendo mais variável para o palangre e sempre menor (maioria a identificar <5 espécies) para os covos, a toneira e a rede de emalhar de 220 mm de malhagem. A frequência de encontro de espécimes perto do tamanho máximo foi maioritariamente muito raro (28/57, 49% só anualmente), mas 11/57 indicaram encontrar semanalmente, principalmente para espécies alvo das redes de emalhar.

Para os indicadores de estado acima descritos, indicadores de tendência equivalentes foram obtidos através das respostas sobre a percepção da evolução de cada indicador nos últimos 4-5 anos (ver Informação de Suporte: 4 -Método de análise de respostas ordinais na escala *Likert* e respectivos resultados). Em 4 dos 5 indicadores a moda está situada na percepção de ausência de mudança temporal. Só no caso da abundância das espécies alvo a moda está situada na percepção de alguma deterioração, mas mesmo assim a diferença não é significativamente diferente com uma distribuição resultante da normal padrão centrada na ausência de mudança (estatístico  $k=54\%$ ). Comparando estas percepções com os dados de desembarques por embarcações do PMLS no porto de Sesimbra durante o

período 2005-2013 (Figura 3), verifica-se que as espécies alvo com padrões de aumento consistente neste período são a pescada, os sargos (*Diplodus* sp.) e, eventualmente, o salmonete. Para as restantes espécies sem evidência de tendência neste período, comparando o valor do CPUE em 2005 e 2013, só no caso da lula existe uma indicação de diminuição, enquanto que para a maioria das outras espécies os valores em 2013 são superiores aos registados em 2005.

Com base na pergunta sobre espécies que não sejam alvos e cuja abundância mudou muito no último ano, há mais indicações de aumento (11) do que de declínio (4). Todavia, a maioria dos aumentos é relacionada com espécies pelágicas (cavala, carapau negrão, boga – *Boops boops* e pilado – *Polybius henslowii*) ou de espécies que utilizam muito pouco o PMLS no seu ciclo de vida (corvina e tamboril), sendo que só o aumento dos equinodermes (principalmente estrelas do mar) pode ter um significado ecológico local. Das espécies cuja abundância aparentou diminuição foram indicadas a faneca (*Trisopterus luscus*), o judeu (*Coris julis*), o pampo (*Balistes capriscus*) e o lavagante (*Homarus gammarus*). Finalmente, das espécies raras observadas, destaque para o registo do mero (*Epinephelus marginatus*) por 2 pescadores e do reconhecimento da captura de algumas espécies exóticas provavelmente de origem mais tropical (num caso o pescador informou que tinha entregue o exemplar a uma Universidade). Em relação às espécies não alvo (ver Informação de Suporte: 5 – Desembarque de espécies não alvo) os dados dos desembarques confirmam tanto o aumento muito substancial da captura de peixes pelágicos (nomeadamente cavala e boga), como a diminuição do desembarque da faneca, mas demonstram que estas alterações correspondem a um período mais alargado de tempo e não ao ano antes do inquérito (no caso dos pelágicos demonstram também o impacto da regra dos 100 dias, uma vez que em vários anos há mais pelágicos aparentemente desembarcados por aiolas que por botes).

Uma informação relevante sobre tendências ecológicas numa escala temporal mais alargada foi inesperadamente obtida através duma pergunta de governança, construída com o objectivo de avaliar o conflito dos pescadores com a entidade gestora do PMLS. Este indicador de governança foi avaliado através da importância relativa atribuída a este conflito relativamente a outros problemas que pudessem ser considerados graves para a pesca. Uma larga maioria dos pescadores (15/23, 65%) elencou como maior problema a poluição, com outros 6 pescadores a elegê-la como segundo maior problema. O conflito com a entidade gestora foi considerado o terceiro maior problema (13% como primeiro e 17% como segundo), atrás do valor de venda do pescado (22% primeiro e 26% segundo) e só à frente da pesca furtiva. No pedido de justificação desta orde-



**Figura 3** - Desembarque médio de espécies alvo por ida a lota (em kg por dia) para as embarcações do PMLS em cada ano no período 2005-2013. Valores são estandardizados sobre o desembarque médio neste período de 9 anos. Tamanho de símbolo é proporcional ao coeficiente de variação das observações em cada ano.

**Figure 3** - Mean estimate of landing by auction register (in kg per day) for each target species of PMLS vessels in each year during the period 2005-2013. Values are standardised against the global mean over the 9 years period. Symbol size is proportional to the coefficient of variation for the observations in each year.

nação, o discurso invariavelmente identificou o desaparecimento repentino das macroalgas castanhas da costa de Sesimbra, algues no final dos anos 1980 ou o início dos anos 1990. No raciocínio dos pescadores este desaparecimento não pode ser relacionado com a pesca ou a apanha de algas, por ter sido repentino, só podendo ser explicado pela poluição. Apesar da variabilidade nas explicações oferecidas para a mais provável fonte desta "poluição", as opiniões convergiam para a percepção de que este desaparecimento trouxe uma redução de diversidade e produtividade, através da simplificação dos habitats costeiros que na altura das macroalgas castanhas abrigavam juvenis de várias espécies de peixe com interesse comercial e crustáceos valiosos (ver também Stratoudakis *et al.*, 2015, para discurso similar dos outros utentes do PMLS).

### iii) Indicadores socioeconómicos e de governança

Dos 23 pescadores inquiridos, 5 (22%) não dependem exclusivamente da pesca para os seus rendimentos,

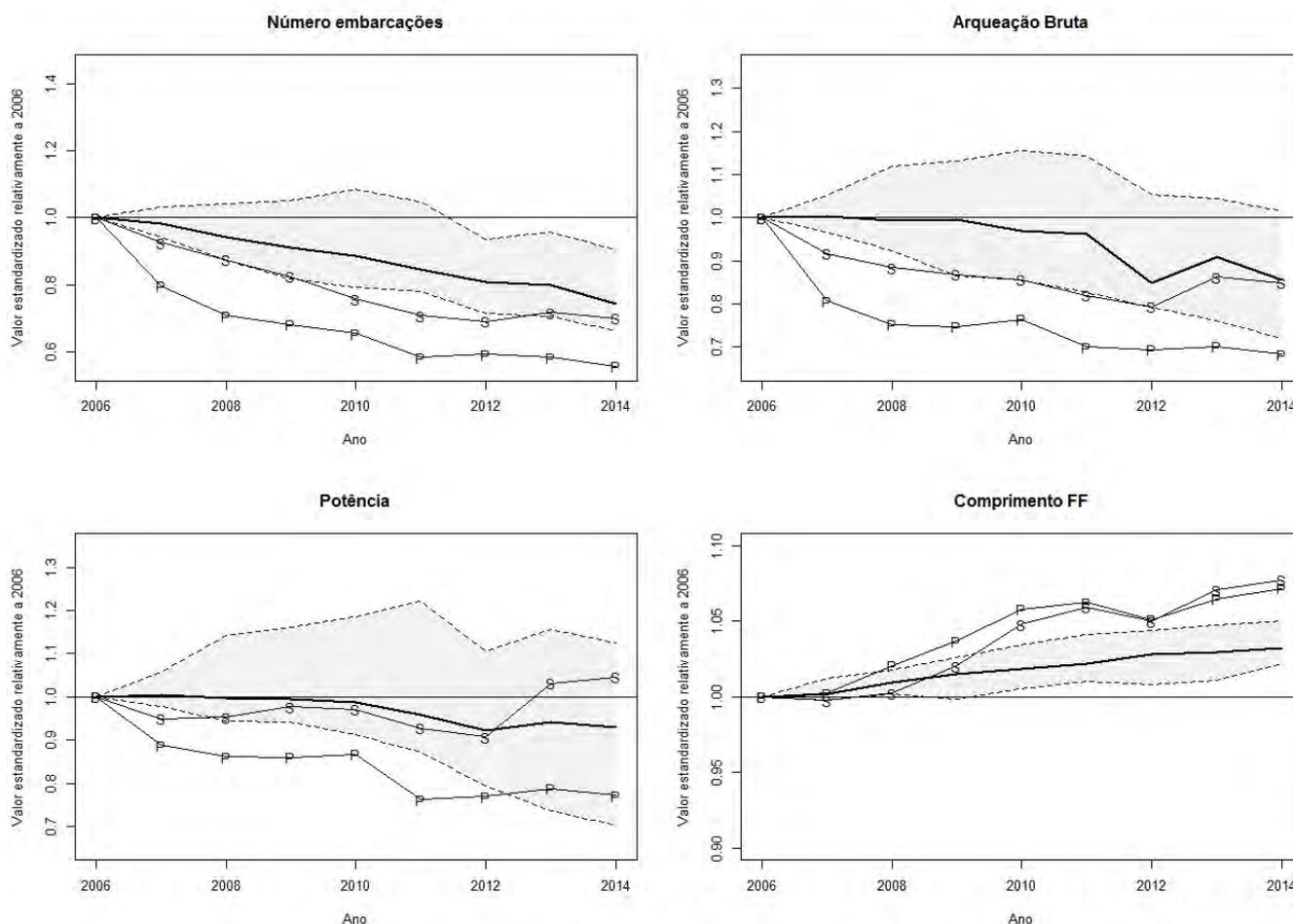
sendo que para 3 deles a pesca é metade ou menos do rendimento total. Em relação ao valor da embarcação, quase todos assumiram que a embarcação valeria mais se pudesse ter a licença do PMLS incluída. Alguns só foram capazes de estimar um valor de potencial venda no caso de incluir a licença do PMLS ("sem a licença do parque não vale nada"), enquanto que a mediana de incremento de valor após inclusão da licença do PMLS foi em cerca de 22%. Apesar deste aumento proporcional ser aproximadamente igual para embarcações a pescar totalmente e parcialmente dentro do PMLS, os valores totais atribuídos foram significativamente diferentes ( $W=7,5$ ,  $p<0,001$ ): a mediana do valor das embarcações a pescar parcialmente dentro do PMLS era 8 vezes superior à das que só pescam dentro do PMLS. Isto reflecte principalmente a diferença de tamanho, potência, investimento em equipamento e idade entre botes e aiolas, sendo que o valor estimado é correlacionado com a captura ( $Rho=0,37$ ;  $p=0,010$ ) e fortemente correlacionado com a CPUE ( $Rho=0,41$ ;

$p=0,004$ ) da espécie alvo identificada por cada pescador.

A maioria dos inquiridos conhecia pescadores que se viram forçados a abandonar zonas de pesca tradicionalmente usadas com a entrada em vigor do plano de ordenamento do PMLS. A grande maioria (14/22, 64%) considerou que os pescadores excluídos pelo POPNA foram maioritariamente pescar em outras áreas (como por exemplo os pescadores de Setúbal), mas houve também quem achasse que o mais frequente foi a procura de reforma (23%) ou o desemprego por impossibilidade de se adaptar às novas condições de pesca (13%). Foi também identificada uma minoria que modificou a sua actividade dentro do PMLS, saindo da pesca profissional para entrar na actividade marítimo-turística ou na pesca lúdica. Na opinião dos pescadores actualmente a pescar no PMLS, o principal motivo para

os pescadores excluídos do PMLS abandonarem a pesca profissional foi a possibilidade de reforma ou problemas de saúde (7/23, 30%), enquanto que 5 (22%) consideraram directamente o PMLS como principal motivo de abandono (através da impossibilidade de transferir a licença em caso de reforma ou da ausência de espaço dentro do PMLS) e 3 indirectamente (através do aumento do custo da deslocação para pescar fora do PMLS). Por outro lado, 19 dos 23 inquiridos (83%) conhecem pelo menos uma pessoa a querer obter a licença do PMLS, sendo que 13 (55%) conhecem pelo menos 6-10 pescadores a querer obter esta licença.

Considerando os dados oficiais da actividade pesqueira no período desde a introdução das regras do PMLS, verifica-se que, em 2014, as embarcações com licença do PMLS eram cerca de 60% das 113 embarcações inicialmente licenciadas em 2006 (Figura 4). Este



**Figura 4:** Evolução das características de embarcações com <7 m nos 32 maiores portos de pesca em Portugal continental durante o período 2006-2014 (A: número de embarcações registadas e com licenças activas; B: arqueação bruta total; C: potência de motor total, KW; D: comprimento total médio, m). Valores por porto estandardizados ao valor de 2006. Linha grossa contínua: mediana; Linhas tracejadas: quartis 25% e 75%; Zona assombrada: região de intervalo interquartil; P: valores anuais no PMLS; S: valores anuais no porto de Sesimbra (incluindo as embarcações do PMLS e as não licenciadas).

**Figure 4:** Temporal evolution of <7 m vessel characteristics in the 32 main fishing ports of continental Portugal during the period 2006-2014 (A: number of registered vessels with active fishing licenses; B: gross register tonnage (total); C: engine power (total); D: vessel length (mean, m). Values by port are standardised to the 2006 value. Thick continuous line: median; broken lines: 25% and 75% quartiles; Shaded area: inter-quartile region; P: annual values in PMLS; S: annual values for the port of Sesimbra (including PMLS and non-licensed vessels).

decréscimo foi relativamente menor para a arqueação bruta total (cerca de 70% do inicial) e ainda menor para a potência (80%), uma vez que houve um abandono desproporcional de embarcações comparativamente mais pequenas (principalmente aiolas, algumas delas até sem motor) que contribuiu também para o progressivo aumento do comprimento médio das embarcações.

Pelos dados apresentados pode também se deduzir que só uma parte das embarcações excluídas pelo PMLS foram abatidas ou desactivadas, uma vez que a redução para o porto de Sesimbra neste período é menor do que para o PMLS (acompanhando aproximadamente o limite inferior do intervalo interquartil dos 32 portos de pesca mais importantes em Portugal continental). Desde 2013 parece também ter havido uma inversão de tendência, com um aumento no número de embarcações de pesca legalmente registadas no porto de Sesimbra mas sem licença do PMLS. Esta entrada de novas embarcações resultou também num aumento de arqueação e de potência (passando em média de 4 KW em 2006 para 18 KW em 2014), ao ponto que em 2014 a potência total das embarcações de Sesimbra com <7 m é maior que em 2006, apesar da redução do número total de embarcações neste período em cerca de 20%.

Na identificação dos principais conflitos com outros usuários da AMP, a grande maioria (16/23) priorizou conflitos de uso com outros pescadores (profissionais ou lúdicos) autorizados a operar no PMLS: 39% dos inquiridos identificaram os pescadores lúdicos e outros 30% os pescadores profissionais com outras artes como o principal motivo de conflito. Conflitos com pescadores furtivos (embarcações sem licença do PMLS provenientes de outros portos ou de pesca submarina) foram também assumidos (2 como primeiro problema e 6 como segundo), enquanto que os conflitos com outros utentes (principalmente mergulho) ou agências de fiscalização (polícia marítima e vigilantes da natureza do ICNF) tiveram menor destaque. Isto reflecte-se também na priorização de problemas de gestão pesqueira não resolvidos dentro do PMLS, com 48% dos inquiridos a identificarem a predominância de algumas artes dentro do espaço do PMLS como o maior problema de gestão pesqueira na AMP. A pesca ilegal foi reconhecida como o segundo maior problema de gestão a resolver, mas com a ênfase nos pescadores furtivos externos ao PMLS (57% dos inquiridos assumiram raramente ou nunca quebrar as regras do PMLS, mas houve 35% a admitir que quebrava alguma regra pelo menos quinzenalmente). Finalmente, a presença de demasiados barcos dentro do PMLS surgiu como terceiro problema e o excesso de rejeições como pouco importante.

Relativamente à criação de conhecimento, cerca de 60% (14/23) dos inquiridos afirmaram conhecer em média 2.8 projectos de investigação relacionados com o

PMLS, tendo participado de alguma forma em 1,6 deles (os restantes 40% assumiram não conhecer nenhum projecto). Todavia, só 26% (6/23) dos inquiridos reconheceram ter tido conhecimento dos resultados de qualquer projecto de investigação. Para o indicador de governança relacionado com o associativismo, 70% dos inquiridos tiveram conhecimento em média de 5.6 reuniões e participaram em 3,6 (os restantes 30% não participaram em nenhuma reunião da AAPCS no último ano, com 17% nem sequer sendo sócios). Só 44% (10/23) dos pescadores interveio alguma vez nas deliberações da Associação, em média 2,7 vezes por ano. A grande maioria dos inquiridos (17/23, 74%) reconhece que entre os papéis da AAPCS deve ser a deliberação e propostas para a gestão do PMLS, sendo que 30% considera isto como primeira prioridade (mas há um número semelhante de inquiridos a achar que a primeira prioridade da Associação deve ser a resolução de assuntos legais e pessoais dos associados). Finalmente, 65% (15/23) identifica como melhor modelo de governação para garantir a pesca sustentável dentro do PMLS a cogestão entre a actual entidade gestora do PMLS (ICNF) e os próprios pescadores.

Relativamente ao aconselhamento hipotético sobre actividade profissional a um membro jovem da sua família, 19 em 22 (86%) recomendariam um emprego não ligado a pesca, seguido por um actividade ligada a pesca e só por último considerar ganhar a vida na pesca. Só 2 (10%) escolheram pesca como primeira opção e 3 como segunda, enquanto que 1 não considerou sequer a pesca como opção. Relativamente à preferência pessoal para o futuro (5 cenários alternativos de actividade nos próximos 5 anos), praticamente ninguém quis ir para uma maior embarcação e pescar fora do PMLS (só um o considerou como terceira opção e um como ultima) e só dois consideraram a hipótese de encontrar outro emprego (um como primeira e outro como segunda opção). Cerca de um terço (30%) consideraram a reforma, 2 como primeira opção e 5 como segunda, e quase metade (44%) preferiram continuar na situação actual (6 como primeira opção e 4 como segunda). Todavia, a maioria (48%) optou por escolher voltar às condições de pesca antes da entrada do PMLS, 10 como primeira opção e 1 como segunda. Houve também 4 pescadores (17%) que mesmo sem a existência deste cenário no questionário identificaram como primeira opção uma situação intermédia entre a actual e a anterior à entrada em vigor das regras do PMLS (afirmações variaram desde “como antes, mas com regras” até “como é agora, mas com mais algum espaço para pescar”).

#### 4. Conclusões

A caracterização da pesca do PMLS com base nas respostas ao inquérito foi reveladora de uma maior com-

plexidade da que normalmente é reconhecida para a actividade desta pequena frota de <7 m (ver Cabral *et al.*, 2008 para uma descrição detalhada da frota do PMLS e Horta e Costa *et al.*, 2013b para uma caracterização comparativa da distribuição espacial das artes de pesca antes e depois da implementação do POPNA):

- Existem múltiplos *métiers* com zonas de operação variáveis (e provavelmente dinâmicas definidas em escalas espaciais distintas para as correspondentes espécies alvo): a pescada, o besugo, os tamboris, as raias e a corvina são principalmente capturados fora do PMLS, o polvo, o linguado, o congro, o robalo e a dourada tanto dentro como fora, enquanto que o choco, a lula, os sargos, a moreia e o salmonete são principalmente capturados dentro do PMLS;
- As diferenças de tipologia entre botes e aiolas (Cabral *et al.*, 2008; Abecassis *et al.*, 2013) resultam também em diferenças operacionais relacionadas com o grau de uso do PMLS na sua actividade regular (muito maior dependência do espaço do PMLS para as aiolas) e na CPUE por maré (significativamente inferior em quantidade e valor para as aiolas);
- O número total de licenças de artes de pesca disponíveis em cada embarcação é largamente superior ao número efectivamente utilizado (em sintonia com a situação no resto do país), não podendo actualmente constituir nem um indicador de actividade nem uma ferramenta de gestão do esforço pesqueiro;
- Apesar da predominância de espécies pelágicas ou semi-pelágicas nos desembarques do PMLS (nomeadamente cavala e carapau), estes recursos de baixo valor comercial não constituem alvo dos pescadores (que em algumas situações até procuram evitá-los para reduzir o tempo de limpeza e reparação das redes), gerando desperdício e enviesando os indicadores baseados em dados de capturas em lota (e.g. Fig. 4 em Cunha *et al.*, 2014);
- As 17 espécies ou *taxa* superiores identificadas pelos pescadores como alvos na Tabela 2, representam entre 73 e 91% do total do valor das 160 espécies ou *taxa* superiores desembarcados na lota de Sesimbra por embarcações do PMLS no período 2005-2013; isto indica que, na óptica dos pescadores, existe uma diferença substancial entre espécies passíveis de ser desembarcadas e espécies alvo e esta diferença deve ser tida em conta na análise da informação de monitorização por censos visuais no PMLS (que só incide sobre as espécies com presença em menor profundidade - e.g. Henriques *et al.*, 2007; Horta e Costa *et al.*, 2013a; Henriques *et al.*, 2013 e que deve ser complementada com outro tipo de monitorização para as restantes espécies - e.g. através da pesca experimental com tresmalho iniciada no projecto BIOMARES - Cunha *et al.*, 2014).

Os resultados obtidos pelos pescadores para os indicadores ecológicos no PMLS são inconclusivos, dada a ausência de padrões claros nas respostas e algumas incongruências com outras fontes de informação:

- Para o conjunto da actividade dos vários *métiers*, existe uma prevalência não significativa da percepção de algum declínio na CPUE das espécies alvo, mais evidente nas respostas dos que pescam exclusivamente dentro do PMLS (nomeadamente com toneira para lula e choco), que pode ser corroborada no caso da lula pelos dados oficiais de desembarque (enquanto que para a maioria das espécies da Tabela 1 apresentadas na Figura 3 a CPUE média em 2013 é superior à de 2005, para a lula é inferior) e teoricamente apoiada no caso do choco (pelo estudo do efeito reserva no PMLS com recurso a telemetria - Abecassis *et al.*, 2013), mas em ambos os casos esta dinâmica é definida em escalas espaciais maiores que a do PMLS;
- Espécies para as quais os dados de lota (Fig. 3) e a literatura apontam para algum aumento nos desembarques recentes (pescada, como resultado do plano de recuperação do stock Ibérico - e.g. STECF, 2013; sargos como verificado na monitorização do PMLS - Horta e Costa *et al.*, 2013a; e salmonete, como resultado da pesca experimental no PMLS licenciada nos primeiros 4 meses do ano desde 2011) não foram destacadas nas respostas dos pescadores;
- No caso dos linguados, ligeiros indícios de aumento recente nas respostas ao inquérito e nos dados de desembarques é teoricamente apoiada pelos resultados dum estudo recente de telemetria (que aponta para movimentos limitados dentro e perto da AMP - Abecassis *et al.*, 2014) mas não pela análise de CPUE experimental apresentada no mesmo trabalho;
- Existem algumas indicações de alterações para espécies não alvo, com os pelágicos a aumentar e a faneca a diminuir, que são corroboradas pelos dados de desembarques nos últimos anos (no caso dos pelágicos mesmo para embarcações locais fora do PMLS) e, no caso da cavala por literatura recente (e.g. Martins *et al.*, 2013);
- Nos indicadores ecológicos de tendência, não houve percepção de alguma alteração na biodiversidade do sistema, no tamanho de predadores, na força de recrutamento de espécies alvo ou no *spill-over* de biomassa para fora do PMLS, podendo isto significar falta de melhoria no sistema ecológico do PMLS ou falta de adequação dos indicadores pesqueiros às propriedades do sistema a monitorizar (resultante de formulação inapropriada da pergunta ou falta de informação adequada na resposta - e.g. o número de espécies capturadas por ano estimado nas respostas é substancialmente inferior ao observado por arte em Cabral *et al.*, 2008);

- A observação mais relevante para a biodiversidade e produtividade da zona ocorreu indirectamente (através das respostas a uma pergunta de governança) que revelou a importância do desaparecimento das macroalgas castanhas antes da delimitação do PMLS, tanto na estrutura e funcionamento ecológico do sistema (e.g. Santos, 1993; Ramos, 2009) como na aceitação do PMLS (por causa da lembrança de um sistema ecológico rico e diverso sem as restrições do POPNA).

Os resultados obtidos para os indicadores socioeconómicos e de governança são claros no registo maioritário de desalento, mas difusos no registo das causas e propostas de solução:

- Prevalece uma insatisfação com a situação actual de pesca no PMLS (maioria quer voltar à situação anterior ao PMLS ou modificar as regras actuais) e pessimismo sobre o futuro (quase ninguém recomenda a pesca para o futuro de jovens familiares), posições que, apesar da provável influência das tendências gerais na pequena pesca em Portugal (Fig. 4) e no sul da Europa (e.g. Freire and Garcia-Allut, 2000; Garcia-de-la-Fuente *et al.*, 2013), contêm também alguns elementos específicos da realidade do PMLS (e.g. vontade de mudar para condições antes do PMLS significativamente maior para aiolas do que para botes; as mesmas perguntas nas AMPs de Cedeira e Lira na Galiza tiveram respostas mais optimistas – Vidal e Verisimo, *per. com.*);

- Apesar da falta de detecção de melhorias ecológicas com influência na actividade pesqueira nos anos recentes, identifica-se um número razoavelmente elevado de pescadores a querer obter a licença do PMLS (juntamente com o surgimento de embarcações <7 m mais potentes em Sesimbra sem licença do PMLS) e há reconhecimento de algum valor económico especificamente atribuído na licença do PMLS (que possivelmente é mais ligado à proximidade ao porto de origem, principalmente no caso das aiolas – Horta e Costa *et al.*, 2013b);

- Os maiores problemas de gestão pesqueira são relacionados com a concorrência pela ocupação do espaço por actividades de pesca autorizadas no PMLS (lúdicos e profissionais), mas apesar dos problemas e da vontade de alterações, o conflito com a entidade gestora (ICNF) não é assumido como forte ou a deteriorar. A opção de cogestão com o ICNF é largamente prevalecente, o que é consistente com uma vontade de maior participação na governança do sistema (Carneiro, 2011; Vasconcelos *et al.*, 2012) mas não com a visão de uma considerável fração dos inquiridos que entende que a principal função da Associação deve ser de resolver problemas pessoais dos pescadores;

- Existem grandes diferenças entre aiolas e botes em termos de licenças, rendimentos, perspectivas para o

futuro que se agravem com o passar dos anos desde a implementação do POPNA.

## Appendix

Supporting Information associated with this article is available on-line at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-571\\_Stratoudakis\\_Supporting-Information.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-571_Stratoudakis_Supporting-Information.pdf)

## Agradecimentos

Este trabalho teve o apoio e colaboração de um elevado número de pessoas. Devemos cronologicamente destacar:

- > A AAPCS (através dos seus presidentes Arsénio Caetano e António Pila) pelo acompanhamento geral do projecto MAIA e o apoio operacional deste estudo;
- > Carina Reis (AAPCS) pela sugestão original de pedir informação sumária para fins de monitorização directamente aos pescadores;
- > Juan Freire, Inma Alvarez e Nuria Fernandez (Universidade de Corunha) e Cristina Pita (Universidade de Aveiro) pelo contributo na realização do *workshop* que levou ao desenvolvimento da metodologia;
- > Isabel Costa (DGRM) e Joaquim Piló (Sindicato Livre dos Pescadores) pela ajuda na formulação das perguntas;
- > Nair Franco (AAPCS) pelo apoio logístico na amostragem e entrevistas;
- > Pescadores PMLS pela participação no inquérito;
- > Cristina Rosa e Teresa Taborda (DGRM) pelo fornecimento de dados sobre a actividade pesqueira em Portugal continental;
- > Duarte Vidal e Patricia Verisimo (Universidade de Corunha) pelas informações na aplicação do mesmo questionário nas AMPs de Cedeira e Lira na Galiza;
- > Catarina Grilo (Fundação Gulbenkian) e Paulo Oliveira (IPMA) pela leitura crítica do manuscrito.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projecto MAIA (INTERREG IVB—Espaço Atlântico, 2009-1/143).

## References

- Abecassis, D.; Afonso, P.; O'Dor R.K.; Erzini, K. (2013) – Small MPAs do not protect cuttlefish (*Sepia officinalis*). *Fisheries Research*, 147:196-201. DOI: 10.1016/j.fishres.2013.05.004
- Abecassis, D.; Afonso, P.; Erzini, K. (2014) – Can small MPAs protect local populations of a coastal flatfish, *Solea senegalensis*? *Fisheries Management and Ecology*, 21(3):175-185. DOI: 10.1011/fme.12061
- Batista, M.I.; Baeta, F.; Costa, M.J.; Cabral, H.N. (2011) - MPA as management tools for small-scale fisheries: the case-study of Arrábida Marine Protected Area (Portugal). *Ocean and Coastal Management*, 54:137-147. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2010.10.032
- Cabral, H.N.; Batista M.; Baeta, F.; Alves, A.; Costa, M.J. (2008) - *Avaliação do impacto das condicionantes na Área Marinha do Parque Natural de Arrábida à actividade da pesca comercial e lúdica, a náutica de recreio e ao mergulho*. Relatório Final. Instituto de Oceanografia, FCUL, Lisboa, Portugal. 242 pp + anexos. Não publicado.
- Carneiro, G. (2011) – The Luiz Saldanha Marine Park: an overview of conflicting perceptions. *Conservation and Society*, 9(4): 325-333. DOI: 10.4103/0972-4923.92149
- Coll, M., Carreras, M., Ciércoles C., Cornax, M.J., Gorelli, G., Morote, E. Sáez, R. (2014) – Assessing fishing and marine bio-

- diversity changes using fishers' perceptions: the Spanish Mediterranean and Gulf of Cadiz case study. *PLOS One*, 9(1): e85670. DOI: 10.1071/journal.pone.0085670
- CPAS (1965a) - "Parques nacionais submarinos" num futuro muito próximo. *Boletim do Centro Português de Atividades Submarinas*, III(10):1-2, Lisboa, Portugal.
- CPAS (1965b) - Parques nacionais submarinos: constituída a comissão de estudo. *Boletim do Centro Português de Atividades Submarinas*, III(11):15, Lisboa, Portugal.
- Cruz, M.A. (1966) - *Pesca e pescadores de Sesimbra. Contributo para a narrativa do conselho*. Câmara Municipal de Sesimbra. ISBN: 978-972-9150-89-0
- Cunha, A.H., Erzini, K., Serrão, E.A., Gonçalves, E., Borges, R., Henriques, M., Henriques, V., Guerra, M., Duarte, C., Marbá, N., Fonseca, M. (2014) - Biomares, a LIFE Project to restore and manage the biodiversity of Prof. Luiz Saldanha Marine Park. *Journal of Coastal Conservation*. 18:643-655. DOI: 10.1007/s11852-014-0336-x
- Davis, A.; Wagner, J.R. (2003) - Who knows? On the importance of identifying "experts" when researching local ecological knowledge. *Human Ecology*, 31(3):463-489.
- Freire, J., Garcia-Allut, (2000) - Socioeconomic and biological causes of management failures in European artisanal fisheries: the case of Galicia (NW Spain). *Marine Policy*, 24(5):375-384. DOI: 10.1016/S0308-597X(00)00013-0
- García-de-la-Fuente, L.; González-Álvarez, J.; García-Flórez, L.; Fernández-Rueda, P.; Alcazár-Álvarez, J. (2013) - Relevance of socioeconomic information for the sustainable management of artisanal fisheries in South Europe. A characterization study of the Asturian artisanal fleet (northern Spain). *Ocean and Coastal Management*, 86:61-71. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2013.05.007
- Henriques, M.; Gonçalves, E.J.; Almada, V.C. (2007) - Rapid shifts in a marine fish assemblage follow fluctuations in winter sea conditions. *Marine Ecology Progress Series*, 340:259-270.
- Henriques, S.; Pais, M.P.; Costa, M.J.; Cabral, H.N. (2013) - Seasonal variability of rocky fish assemblages: detecting functional and structural changes due to fishing effort. *Journal of Sea Research*, 79:50-59. DOI: 10.1016/j.seares.2013.02.004
- Horta e Costa, B.; Erzini, K.; Caselle, J.E.; Folhas, H.; Gonçalves, E. (2013a) - "Reserve effect" within a temperate marine protected area in the North-eastern Atlantic (Arrábida Marine Park, Portugal). *Marine Ecology Progress Series*, 481:11-24. DOI: 10.3354/meps10204
- Horta e Costa, B.; Batista, M.; Gonçalves, L.; Erzini, K.; Caselle, J.E.; Cabral, H.N.; Gonçalves, E. (2013b) - Fishers' behaviour in response to the implementation of a marine protected area. *PLOS*, 8(6): e65057. DOI: 10.1371/journal.pone.0065057
- Jentoft, S., Pascual-Fernandez, J.P., Modino, R.C., Gonzalez-Ramallal, M., Chuenpagdee, R. (2012) - What stakeholders think about marine protected areas: case studies from Spain. *Human Ecology*, 40:185-197. DOI: 10.1007/s10745-012-9459-6
- Leleu, K., Alban, F., Pelletier, D., Charbonnel, E., Letourneur, Y., Boudouresque, C.F. (2012) - Fishers' perceptions as indicators of the performance of Marine Protected Areas (MPAs). *Marine Policy* 36: 414-422. DOI: 10.1016/j.marpol.2011.06.002
- Martins, M.M.; Skagen, D.; Marques, V.; Zwolinski, J.; Silva, A. (2013) - Changes in the abundance and spatial distribution of the Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) in the pelagic ecosystem and fisheries off Portugal. *Scientia Marina*, 77(4): 551-563. DOI: 10.3989/scimar.03861.037B
- McClanahan TR, Castilla JC, White AT, Defoe O (2009) Healing small-scale fisheries by facilitating complex socio-ecological systems. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19:33-47. DOI: 10.1007/s.11160-008-9088-8
- Ostrom, E. (2009) - A general framework for analyzing social-ecological systems. *Science*, 325:419-422. DOI: 10.1126/science.1172133
- Pollnac, R.; Christie, P.; Cinner, J.E.; Dalton, T.; Daw, T.M.; Forrester, G.E.; Graham, N.A.J.; McClanahan, T.R. (2010) - Marine reserves as linked social-ecological systems. *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, 107(43):18262-18265. DOI: 10.1073/pnas.0908266107
- Pomeroy, R.S.; Parks, J.; Watson, L. (2004) - *How is your MPA doing? A guidebook of natural and social indicators for evaluating marine protected areas and management effectiveness*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Xvi + 216 pp. ISBN: 2-8317-0735-8; 978-2-8317-0735-8. Available online at: <https://portals.iucn.org/library/node/8417>
- Pomeroy, R.S.; Watson, L.M.; Parks, J.E.; Cid, G.A. (2005) - How is your MPA doing? A methodology for evaluating the management effectiveness of marine protected areas. *Ocean and Coastal Management*, 48:485-502. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2005.05.004
- R Core Team (2014) - *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available online at <http://www.R-project.org/>
- Ramos M.J. (2009) - *Memórias dos pescadores de Sesimbra: Santiago de Sesimbra no início dos anos 80 do século XX*. Sociedade de Geografia de Lisboa. ISBN: 978-989-96308-0-2
- Santos, A.J.F.R.; Azeiteiro, U.M.; Sousa, F.; Alves, F. (2012) - A importância dos conhecimentos e dos modos de vida locais no desenvolvimento sustentável: estudo exploratório sobre o impacto da Reserva Natural das Ilhas Berlengas (Portugal) na comunidade piscatória. *Journal of Integrated Coastal Zone Management* 12(4): 429-436. DOI: 10.5898/rgci321
- Santos, R. (1993) - A multivariate study of biotic and abiotic relationships in a subtidal algal stand. *Marine Ecology Progress Series*, 94:181-190.
- Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, STECF (2013) - *I Review of scientific advice for 2014*, Part 2 (STECF-13-11). Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR26902 EN, JRC 83564, 328 pp. Available online at [http://stecf.jrc.ec.europa.eu/documents/43805/571417/2013-07\\_STECF+13-11+-+Review+of+advice+for+2014+Part+2\\_JRC83564.pdf](http://stecf.jrc.ec.europa.eu/documents/43805/571417/2013-07_STECF+13-11+-+Review+of+advice+for+2014+Part+2_JRC83564.pdf)
- Stratoudakis, Y.; Fernandes, F.; Henriques, M.; Martins, J.; Martins R. (2015) - Situação ecológica, socioeconómica e de governança após a implementação do primeiro plano de ordenamento no Parque Marinho professor Luiz Saldanha (Arrábida, Portugal): II - percepções de utentes. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 15(2):167-172. DOI: 10.5894/rgci572
- Yasué, M.; Kaufman, L.; Vincent, A.C.J. (2010) - Assessing ecological changes in and around a marine reserves using community perceptions and biological surveys. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20(4): 407-418. DOI: 10.1002/acq.1090
- Vasconcelos, L.; Caser, U.; Pereira, M.J.R.; Gonçalves, G.; Sá, R. (2012) - MARGOV - Building social sustainability. *Journal of Coastal Conservation*, 16:523-530. DOI: 10.1007/s11852-012-0189-0

## Situação ecológica, socioeconómica e de governança após a implementação do primeiro plano de ordenamento no Parque Marinho Professor Luiz Saldanha (Arrábida, Portugal): II – percepções de utentes \*

Yorgos Stratoudakis<sup>@, a</sup>; Flavio Fernández<sup>a</sup>; Miguel Henriques<sup>b</sup>; João Martins<sup>b</sup>, Rogélia Martins<sup>a</sup>

### Resumo

O Parque Marinho Professor Luiz Saldanha (PMLS) foi criado em 1998 e está regulado por um plano de ordenamento desde 2005. Este estudo apresenta os resultados de um inquérito que recolheu percepções de utentes do PMLS sobre a situação ecológica, socioeconómica e de governança 4-7 anos após a implementação faseada das regras nesta área marinha protegida (AMP). As 37 perguntas sobre o sistema social-ecológico e algumas perguntas auxiliares foram respondidas por 64 utentes do PMLS divididos em seis categorias alvo: pescadores profissionais a operar fora do PMLS, pescadores lúdicos, mergulhadores, investigadores, elementos da administração e outra. Diferente estratégia de amostragem foi seguida para cada categoria de utentes, em função do conhecimento prévio de indivíduos com elevado nível de familiaridade com os assuntos do inquérito. Foram respondidas 1694 das 2368 perguntas colocadas (71.5% de resposta, com ausência de resposta na grande maioria dos casos por desconhecimento). As respostas agregadas foram utilizadas para formar indicadores de tendência para assuntos relevantes para qualquer AMP e comparadas estatisticamente com uma distribuição de respostas teórica normal, centrada na percepção de ausência de mudança. Foi também considerado o efeito da opinião pessoal do inquirido sobre o PMLS, avaliando a existência de diferenças significativas na distribuição das respostas de “optimistas” (inquiridos cuja aceitação do PMLS melhorou nos últimos anos) *versus* restantes. No geral, das respostas dos utentes sobressai uma visão positiva para a evolução do PMLS e da sua interacção com a pesca até 2012, com a excepção de alguns aspectos socioeconómicos importantes ligados à pesca. Existe também alguma variabilidade de perspectivas entre categorias (nomeadamente para assuntos ecológicos) e foram detectados seis casos de diferenças significativas na distribuição de respostas entre “optimistas” e restantes. Comparando estes resultados com os resultados do inquérito para os pescadores do PMLS (Stratoudakis *et al.*, 2015), denota-se a prevalência de uma divergência de percepções nos assuntos ecológicos (com os pescadores a não detectar melhorias) e de uma convergência nos assuntos socioeconómicos e de governança. O objectivo conjunto destes trabalhos é apoiar a avaliação da eficácia de gestão no processo de revisão do plano de ordenamento do PMLS e a iniciação de um plano de monitorização longitudinal focado em metodologias participativas.

**Palavras-chave:** AMP, Sistema Social-Ecológico, Monitorização Participativa, Questionário, Avaliação de Eficácia de Gestão

<sup>@</sup> Corresponding author, to whom correspondence should be addressed. e-mail: <yorgos@ipma.pt>

<sup>a</sup> IPMA, Instituto Português do Mar e da Atmosfera IP, Avenida de Brasília s/n; 1449-006; Lisboa, Portugal.

<sup>b</sup> ICNF, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas IP, Parque Natural de Arrábida, Praça da República; 2900-587; Setúbal, Portugal.

Submission: 23 DEC 2014; Peer review: 8 FEB 2015; Revised: 18 FEB 2015; Accepted: 23 FEB 2015; Available on-line: 25 FEB 2015

This article contains supporting information online at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-572\\_Stratoudakis\\_Supporting-Information.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-572_Stratoudakis_Supporting-Information.pdf)



## Abstract

*Ecological, socioeconomic and governance conditions after the implementation of the first spatial plan in the Prof. Luiz Saldanha Marine Park (Arrábida, Portugal): II – user perceptions*

The Prof. Luiz Saldanha Marine Park (PMLS – Arrábida, Portugal) was created in 1998 and has been managed according to a spatial plan since 2005. This study presents the results from an inquiry on the perceptions of PMLS users in relation to the ecological, socioeconomic and governance situation in the Park 4-7 years after the phased implementation of spatial rules in this Marine Protected Area (MPA). The 37 questions on the social-ecological system and some auxiliary questions were answered by 64 PMLS users from six categories: fishers operating outside the MPA, recreational fishers, divers, researchers, public administration and others. A distinct sampling strategy was followed for each user category depending on the level of previous knowledge of people with high level of familiarity with the questionnaire issues (close to a census on researchers and public administration members with specific activity in PMLS; snowball sampling for professional and recreational fishers; and provision of contacts of experienced divers from the Portuguese Centre of Sub-aquatic Activities). Respondents were asked to indicate their perception of improvement (moderate or large), stability or deterioration (moderate or large) on an ordinal scale of possible responses (5 levels Likert-type scale) for each of the issues at question. In total, 1694 replies were obtained to the 2368 questions placed (response rate of 71.5%, with the great majority of non-response being due to lack of knowledge). Aggregated replies were used to construct trend indicators on issues relevant for any MPA and were compared statistically with a series of samples from a theoretical distribution of replies centered in the lack of change (standardized normal distribution, truncated at 2 standard deviations). The effect of respondent opinion on the PMLS was tested by comparing the distribution of replies between “optimists” (people whose opinion of the PMLS improved in the last 4-5 years) and others. Overall, user replies indicate a positive view on the evolution of the PMLS and its interaction with small scale fisheries until 2012, with 2.04 replies of perceived improvement for every reply of perceived deterioration. This ratio was substantially lower for socioeconomic issues, where a perceived significant improvement in PMLS knowledge and its dissemination were counterbalanced by a perceived deterioration in the ability of excluded fishers to maintain a living related to fishing and the attraction of fishing as employment for youth. This contrast is also detected when comparing the distribution of replies to 5 socioeconomic and governance questions identically phrased with respect to fishers and other users: on two issues (earnings and management solutions) the same group of respondents considered that the evolution in the last 4-5 years was significantly better for other users than for fishers (although no significant difference was found in the evolution of group conflicts with the MPA managing authority). Variation in replies was detected among user categories (mainly in ecological issues), while significant differences between the replies of “optimists” and others were only found in 6 questions (PMLS acceptance by fishers, other users and local community; attraction of fishing as employment for youth; coverage by brown macroalgae and sightings of seabirds and marine mammals). Comparing these results with those of the inquiry to PMLS fishers (Stratoudakis *et al.*, 2015) there is a prevalence of a divergence in perceptions for ecological issues (with PMLS fishers not detecting the improvements perceived by other users) and a convergence in socioeconomic and governance issues (both those indicating improvement and those indicating deterioration). The joint objective of these two studies is to inform the management effectiveness evaluation that is included in the process of revision of the spatial plan for the PMLS and to set the basis for a longitudinal monitoring plan focusing on participatory methods.

**Keywords:** MPA, Social-Ecological System, Participatory Monitoring, Questionnaire, Management Effectiveness Evaluation

## 1. Introdução

O Parque Marinho Professor Luiz Saldanha (PMLS - Arrábida, Portugal) foi o primeiro Parque Marinho a ser criado em Portugal continental em 1998. O PMLS estende-se numa área de 53 km<sup>2</sup> ao longo de 38 km de linha da costa da Península de Setúbal, desde os baixios da entrada do estuário do Sado - na praia da Figueirinha - até aos biótopos rochosos situados a norte do Cabo Espichel (Henriques *et al.*, *in press*), com limite na praia da Foz. A sua maior parte é exposta a Sul, com a Serra de Arrábida a proteger dos ventos N e NO, criando assim condições de reduzido hidrodinamismo durante longos períodos do ano. Esta extensão de costa abrigada e protegida da ondulação noroeste é rara na faixa atlântica da Península Ibérica, permitindo o desenvolvimento de comunidades ecológicas bastante estruturadas (Henriques *et al.*, 2007, Henriques *et al.*, 2013). O Parque é habitado por aproximadamente 1320 espécies marinhas (Cunha *et al.*, 2014) e contém quatro

tipos de habitats sensíveis: Bancos de areia permanentemente cobertos por água do mar pouco profunda; Grutas marinhas submersas ou semi-submersas; Lodaçais e areias a descoberto na maré baixa; e Recifes rochosos. Parte do PMLS foi também designada como Zona de Protecção Especial (ZPE), fazendo assim parte da Rede Natura 2000 desde 2003.

Para além da elevada importância da zona na actividade de pesca profissional (ver Stratoudakis *et al.*, 2015), a costa da Arrábida tem sido também nas décadas recentes lugar privilegiado para actividades lúdicas ligadas ao mar, nomeadamente mergulho com escafandro autónomo, pesca lúdica apeada e embarcada, náutica de recreio, etc. (Cabral *et al.*, 2008). A regulamentação inicial do PMLS em 1998 banuiu da área do Parque a pesca da ganchorra e a apanha de bivalves com escafandro autónomo, enquanto que o POPNA proibiu também a pesca do cerco, a pesca submarina de apneia e a aquicultura. O zonamento do PMLS pelo

POPNA (ver Informação de Suporte – Figura IdS 1) também condicionou as restantes actividades lúdicas, excluindo-as da zona de reserva de protecção total, proibindo a fundação de embarcações junto à costa nas áreas de protecção parcial e restringindo a pesca lúdica apeada e embarcada nas zonas de protecção complementar. Estes condicionalismos, juntamente com o modo atribulado que se desencadeou o processo de consulta pública antes da entrada em vigor do POPNA (Carneiro, 2011; Vasconcelos *et al.*, 2012), criaram insatisfação em vários grupos de utentes que, sem estar contra a criação da AMP, se declararam contra as medidas do POPNA para a sua actividade (ver Cabral *et al.*, 2008 para respostas de pescadores lúdicos e praticantes de náutica de recreio).

O questionário utilizado neste estudo foi desenvolvido para caracterizar os sistemas social-ecológicos complexos que surgem da interacção da pequena pesca com as AMPs (ver Stratoudakis *et al.*, 2015). Os temas do inquérito são divididos entre assuntos ecológicos, socioeconómicos e de governança, com indicadores específicos para avaliar o estado actual (principalmente no inquérito para os pescadores) ou a tendência recente. O exercício foi desenvolvido através de inquéritos e inclui as percepções de outros utentes do PMLS (presente trabalho), para além do registo de informações e opiniões dos pescadores com licença de pescar no PMLS sobre os mesmos temas (Stratoudakis *et al.*, 2015). O objectivo geral do conjunto destes trabalhos é apoiar a avaliação da eficácia de gestão no processo da primeira revisão do plano de ordenamento do PMLS, focado em metodologias participativas (por isto, ambos os documentos estão escritos em Português e submetidos numa revista com livre acesso *on-line*).

## 2. Materiais e métodos

### i) Inquérito

O questionário utilizado neste estudo foi desenvolvido no âmbito do projecto MAIA (Áreas Marinhas Protegidas no arco Atlântico; <http://www.maia-network.org>) para ser aplicado em várias AMPs em paralelo com um questionário dirigido aos pescadores com licença de pesca na AMP (ver Stratoudakis *et al.*, 2015). No caso do inquérito para os utentes que não pescadores do PMLS, no total foram desenvolvidas 11 perguntas ecológicas, 11 socioeconómicas e 15 de governança (Pomeroy *et al.*, 2004), identificando indicadores apropriados para avaliar a tendência de cada propriedade do sistema comparativamente à sua situação 4-5 anos antes (nesta primeira aplicação, aproximadamente o período desde a entrada em pleno funcionamento dos condicionalismos espaciais do plano de ordenamento). As perguntas foram desenhadas para registar directamente a percepção dos inquiridos sobre a tendência de cada indicador numa escala *Likert* de

cinco níveis ordinais (Norman, 2010). Estes níveis foram centrados na percepção de ausência de mudança, considerando dois cenários de deterioração (deteriorou ou deteriorou muito) e dois de melhoria (melhorou ou melhorou muito) no período de referência. Por exemplo, para avaliar a percepção dos inquiridos sobre a propriedade socioeconómica ligada às condições de vida dos pescadores da AMP foi elaborada a pergunta: “Na comunidade de Sesimbra ligada ao PMLS, considera que durante os últimos 4-5 anos o rendimento dos pescadores em relação ao ordenado mínimo nacional: decresceu muito; decresceu; manteve-se; aumentou; aumentou muito; não sei; não respondo” e foi comparada com uma pergunta idêntica para os rendimentos dos restantes utentes da AMP.

Para além destas 37 perguntas na escala *Likert*, foram incluídas no questionário algumas perguntas sobre o inquirido e a clareza e possível utilidade do questionário. Todas as perguntas foram inicialmente desenvolvidas em inglês, no contexto da colaboração de equipa internacional no âmbito do projecto MAIA, e depois foram traduzidas em português para aplicar no PMLS. Na ficha do questionário um preambulo introduziu os objectivos e componentes do estudo, garantindo o anonimato aos inquiridos. As perguntas foram também transcritas num questionário *on-line* (software *SurveyMonkey*) para fornecer a possibilidade de preenchimento remoto a inquiridos que podiam ser contactados electronicamente. Cópias do questionário em papel foram entregues aos inquiridos com indisponibilidade para responderem no momento da entrevista e sem facilidade para preencher o inquérito *on-line*.

### ii) Amostragem

O questionário dos utentes foi desenhado para ser respondido por pessoas com elevada probabilidade de algum conhecimento específico sobre a interacção pequena pesca-PMLS. Com base na experiência anterior sobre o sistema (contacto directo com vários utentes e participação em sessões públicas sobre a problemática do PMLS – Vasconcelos *et al.*, 2012), foram identificadas cinco categorias específicas de utentes com acção reconhecida no contexto do PMLS:

- administração pública (incluindo a entidade gestora do PMLS, a Câmara local, a Capitania e a administração pesqueira);
- investigadores (só incluindo investigadores com trabalho desenvolvido nesta zona);
- pescadores lúdicos;
- mergulhadores (com experiência no PMLS);
- pescadores profissionais que desenvolvem a sua actividade fora do PMLS (mas a operar do porto de Sesimbra);
- outros.

A sexta categoria (Outros) foi criada para inquiridos que não se sentiam suficientemente representados por nenhuma das categorias anteriores. Optou-se por não chamar esta última categoria comunidade local, uma vez que isto pressupunha uma abordagem diferente (querer saber a opinião da comunidade independentemente do grau de contacto com o PMLS) e um desenho de amostragem adequado para obter uma amostra representativa da população geral da zona do Parque.

O inquérito foi efectuado no verão de 2012 (Julho-Setembro), simultaneamente com o inquérito dirigido aos pescadores do PMLS. Dentro de cada categoria procurou-se amostrar um painel de “peritos” (Davis and Wagner, 2003), seguindo distintas estratégias de amostragem em diferentes categorias mas procurando manter o tamanho da amostra semelhante ou igual: para pescadores com conhecimento do PMLS mas a operar fora do Parque e para pescadores lúdicos, foi seguida a metodologia de amostragem de bola de neve - durante as entrevistas com os pescadores profissionais com licença do PMLS procurou-se obter o contacto de alguns elementos iniciais e através do contacto com os próprios foram depois obtidos contactos adicionais; para os investigadores, a administração pública e os outros o contacto baseou-se em conhecimento prévio (incluindo a experiência durante o projecto MARGOV - Vasconcelos *et al.*, 2012); finalmente, para identificar o grupo de mergulhadores, foi pedido auxílio à direcção do CPAS (Centro Português de Actividades Subaquáticas) que forneceu uma lista de contactos electrónicos dos mergulhadores com maior experiência no PMLS e incentivou a sua participação. O objectivo inicial era obter 15 respostas por categoria, tendo em conta que a população total da vila de Sesimbra ronda os 5000 habitantes e que nas sessões públicas mais participadas sobre o PMLS (projecto MARGOV - Vasconcelos *et al.*, 2012) raramente participaram mais que 70-80 pessoas.

O inquérito foi respondido por 64 pessoas (ver Informação de Suporte – Respostas ao inquérito e Tabela IdS 1). A idade dos inquiridos variou entre os 19 e os 80 anos (ver Informação de Suporte - Figura IdS 2), com a média da amostra situada aos 46 anos e com as mulheres em média ligeiramente mais novas que os homens (43 vs 47 anos). A grande maioria dos inquiridos tinha mais que 10 anos de contacto com o sistema, sendo este período em média mais longo para os pescadores profissionais a operar fora do PMLS (categoria com maior idade média) e mais curto para administração pública e investigadores.

Foram respondidas 1694 das 2368 perguntas colocadas (37 perguntas a 64 inquiridos), numa percentagem global de resposta de 71,5%. Na grande maioria dos casos a ausência de resposta era por desconhecimento, sendo que a falta de vontade de comunicar uma opinião

pessoal só foi invocada em 3 situações relacionadas com a aceitação pessoal do PMLS. A taxa de resposta foi ligeiramente menor para as perguntas ecológicas (69,7%), para as quais pescadores, pescadores lúdicos e mergulhadores tiveram uma taxa de resposta muito superior à das outras três categorias. Globalmente a categoria com maior taxa de resposta foi a dos pescadores lúdicos (86%) e com menor a dos mergulhadores (56%), que tiveram relativamente baixas taxas de resposta para perguntas socioeconómicas e de governança. A pergunta mais respondida foi sobre a aceitação do PMLS pelo inquirido (que só não foi respondida por 3 pessoas que não quiseram emitir opinião) e a menos respondida foi sobre a participação dos pescadores nas deliberações da Associação (que não foi respondida por 37 pessoas).

### iii) Exploração e análise de dados

Os resultados do questionário foram codificados, explorados e analisados utilizando o *software* R (versão 3.1 – R Core team 2014). O carácter ordinal das respostas na escala *Likert* foi mantido numa escala numérica natural, na qual a resposta de ausência de mudança foi codificada como zero. Assim, respostas de melhoria e grande melhoria ficaram representadas por 1 e 2 unidades positivas respectivamente e respostas de deterioração e grande deterioração ficaram representadas por 1 e 2 unidades negativas respectivamente. Para cada inquirido, foi calculado o número total de respostas fornecidas por cada um dos três grupos de perguntas e para os 37 indicadores no total (i.e. excluindo não sei ou não respondo). Foi também calculado o número de respostas de percepção de melhoria (i.e. resposta positiva, independentemente da sua qualificação) e o número de respostas de percepção de deterioração (resposta negativa) para cada um dos três grupos de perguntas e para a totalidade. Nos casos que um inquirido tinha pelo menos uma resposta negativa, foi também calculado o ratio de respostas positivas/negativas para cada grupo de perguntas e para o inquérito na totalidade.

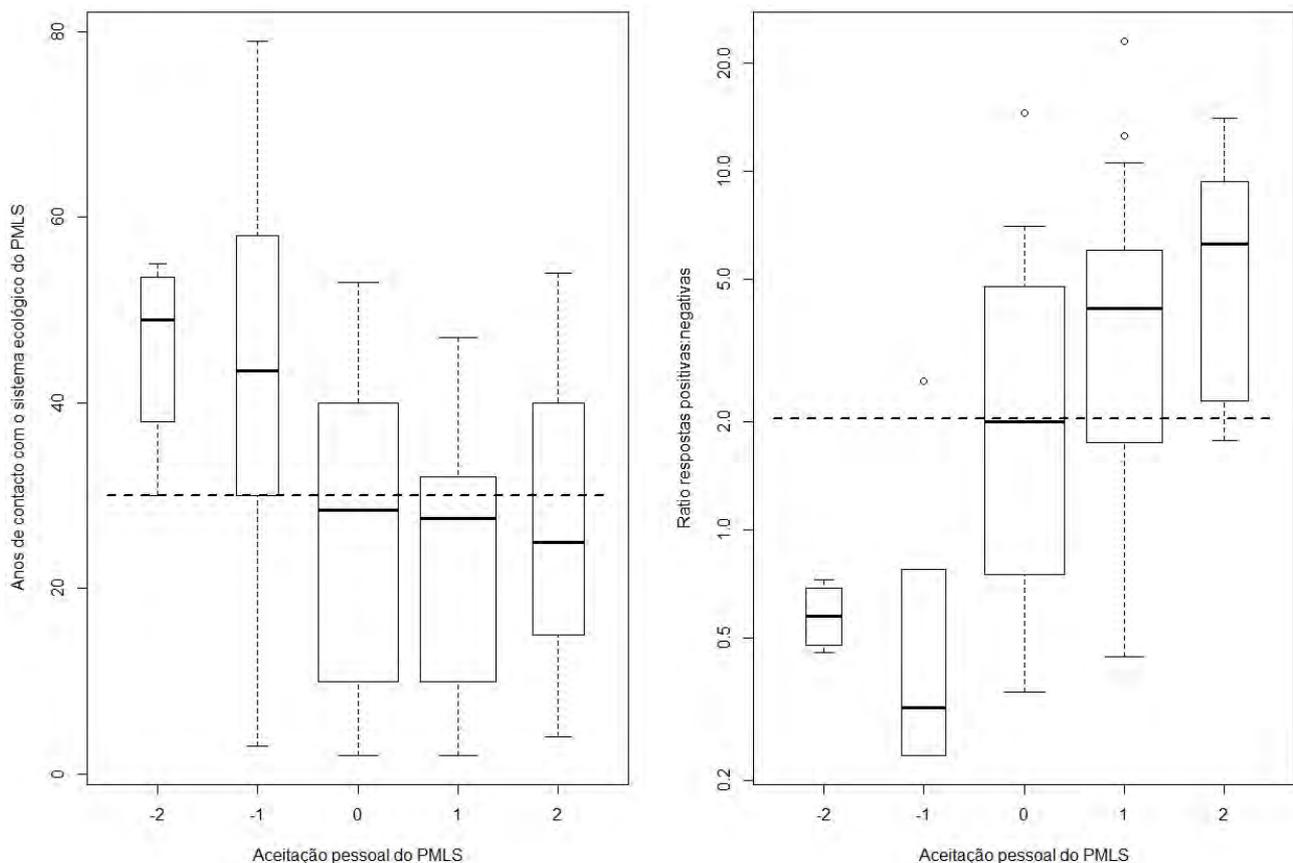
As respostas para cada pergunta foram sumarizadas em histogramas de densidades (ver Informação de Suporte - Figuras IdS 3-5). Para facilitar a visualização dos padrões em cada resposta, a função de densidade de probabilidade da distribuição normal padrão  $\sim N(0,1)$  foi sobreposta em cada histograma. Para cada pergunta foram geradas 100 amostras aleatórias de uma distribuição normal padrão (usando como tamanho de amostra o número de respostas válidas da pergunta – valor  $n$  apresentado em cada histograma) que foram aproximadas ao número inteiro mais próximo. Os raros valores de  $>2$  desvios padrão da média centrada nestas amostras aleatórias foram substituídos por 2 (o valor mais extremo considerado no inquérito). Cada uma destas 100 amostras geradas foi comparada com a dis-

tribuição das respostas no inquérito através do teste *Wilcoxon* para duas amostras (*Man-Whitney*). O número de comparações para as quais a diferença na distribuição foi significativa (i.e.  $p < 0.05$ ) foram registadas (estatístico  $k$  expresso na forma de percentagem apresentado em cada histograma). Este teste estatístico fornece uma estimativa do grau de desvio no padrão de respostas numa pergunta em comparação a uma distribuição normal padrão truncada nos extremos e centrada na percepção de ausência de mudança. Apesar dos pressupostos implícitos nesta comparação (que a percepção sobre um indicador pode ter uma distribuição contínua subjacente e que a transição entre níveis ordinais na escala de *Likert* pode ser definida com base no desvio padrão desta distribuição), esta abordagem permite a rápida visualização dos dados e facilita a interpretação dos resultados sem violar a natureza ordinal da informação-base.

Para além da anterior metodologia de avaliação da importância da alteração de percepção num indicador em função da percepção 4-5 anos antes, foi também investigada a coerência entre inquiridos, adoptando a estratégia seguinte: a análise exploratória dos dados

mostrou que na pergunta sobre a aceitação pessoal do PMLS havia um claro efeito de anos de experiência no sistema (Figura 1), bastante correlacionado com a idade dos inquiridos e algo correlacionado com a categoria de utente (sendo que os 5 pescadores a operar fora do Parque eram também os que tinham maior idade média e mais anos de contacto com o PMLS). Foi também verificada uma forte ligação entre o nível de aceitação pessoal do PMLS e o ratio de respostas positivas/negativas na totalidade do inquérito, sendo ele substancialmente inferior (e abaixo de 1) para inquiridos cuja aceitação do PMLS deteriorou nos anos recentes.

Uma vez que os dados disponíveis não permitem uma clarificação entre o efeito categoria de utente, idade e anos de contacto com o PMLS, optou-se por considerar a importância do “optimismo” nos resultados para cada indicador. Assim, em cada pergunta foi também comparada a distribuição das respostas dos “optimistas” (i.e. que a sua aceitação melhorou nos últimos 4-5 anos) com os restantes para avaliar se a mensagem geral tinha suficiente concordância entre utentes com diferentes perspectivas sobre o PMLS. Foi utilizado de novo o



**Figura 1** - Distribuição dos anos de contacto do inquirido com o sistema da AMP (gráfico de caixa e “bigodes” de esquerda) e do ratio de respostas positivas sobre negativas em todo o inquérito (gráfico de caixa e “bigodes” de direita) em função da resposta de tendência na aceitação pessoal da AMP de cada inquirido.

**Figure 1** - Distribution of years of contact with the MPA system (box and whisker plots of left) and ratio of positive over negative answers in the entire questionnaire (box and whisker plots of right) as a function of the reply on trend of personal MPA acceptance by each respondent.

teste *Wilcoxon* para duas amostras, esta vez corrigido para comparações múltiplas (nível nominal de rejeição da hipótese nula o 0.1, que corrigido para 36 comparações corresponde a  $p < 0.0028$  em cada aplicação).

### 3. Resultados

#### i) Indicadores ecológicos

Para 8 das 11 perguntas ecológicas, a percepção modal é positiva (i.e. de alguma melhoria durante os últimos 4-5 anos) o que se reflecte também na soma das respostas ecológicas (ver Informação de suporte – Figura IdS 3). As únicas modas a situar-se na percepção de manutenção da situação anterior são os casos das macroalgas castanhas (indicador sobre estado de habitats) e os avistamentos de aves e mamíferos marinhos (indicador sobre presença de predadores de topo na comunidade). No caso das macroalgas verdes prevalece também a percepção da manutenção da situação, mas neste caso a resposta pode ser considerada positiva, uma vez que não aponta para aumentos da eutrofização na zona do PMLS.

Apesar da prevalência de modas com percepções positivas, a comparação com amostras aleatórias provenientes de uma distribuição normal padrão só indicam forte probabilidade de resultados significativos no caso da abundância de peixes juvenis (estatístico  $k > 95\%$ , i.e. o teste *Wilcoxon* detectou uma diferença significativa com a distribuição das respostas dos inquiridos em 96 das 100 comparações com as amostras aleatórias da distribuição normal padrão geradas). Esta diferença é suportada pela densidade desproporcionalmente elevada de inquiridos que consideraram que a abundância de peixes juvenis tinha aumentado muito nos anos recentes. Existe também uma probabilidade relativamente elevada de diferença significativa para a percepção da presença de peixes estranhos ou raros e para o esforço de pesca na fronteira do PMLS. Nestes casos a moda positiva aproxima ou ultrapassa a metade da amostra, mas diferenças significativas no teste *Wilcoxon* são só detectadas em 91% e 82% das comparações respectivamente.

Considerando a coerência das respostas ecológicas entre “optimistas” e restantes, não existe nenhuma pergunta com diferenças significativas na distribuição das respostas após a correcção para múltiplos testes. Todavia, no caso da pergunta sobre a cobertura com algas castanhas ( $W=95,5$ ;  $p=0,0046$ ) e na pergunta sobre o avistamento de aves e mamíferos ( $W=155$ ;  $p=0,0066$ ) existe uma diferença significativa para um nível de confiança ligeiramente inferior. Nestes casos, a percepção modal dos “optimistas” aponta para alguma melhoria nos últimos anos, uma minoria acha que a situação melhorou muito e quase ninguém acha que a situação piorou, enquanto que a moda para os restantes

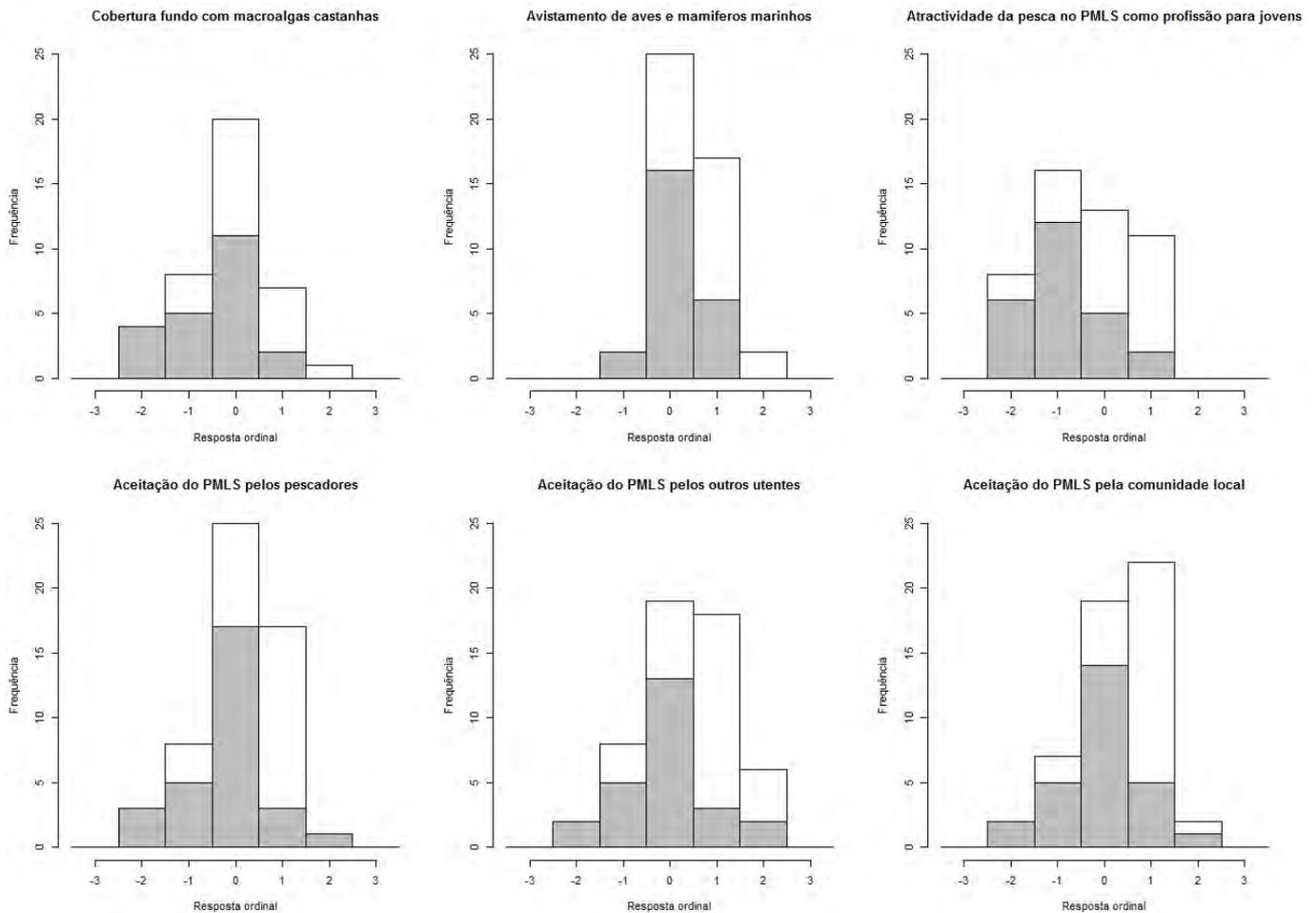
está na ausência de mudança, com alguns a considerar que a situação deteriorou muito e quase ninguém a achar que a situação melhorou (ver Figura 2)

#### ii) Indicadores socioeconómicos e de governança

Ao contrário das perguntas ecológicas, existe maior variabilidade no posicionamento das modas entre perguntas socioeconómicas, mas também menor discrepância entre as opiniões dos inquiridos optimistas e restantes (ver Informação de Suporte – Figura IdS 4). Assim, modas negativas prevalecem no caso da probabilidade dos pescadores excluídos do PMLS continuarem a ganhar a vida através da pesca e na atractividade da pesca no PMLS como profissão para jovens. Por outro lado, existem quatro perguntas com a moda a indicar uma percepção de melhoria ou aumento (no caso dos rendimentos de outros utentes, da criação e divulgação de conhecimento sobre o PMLS e da procura de licença para pescar no PMLS). Para as restantes cinco perguntas a moda está situada na percepção de ausência de mudança, apesar de - no caso dos rendimentos dos pescadores do PMLS e dos seus conflitos com pescadores lúdicos - a frequência de respostas com percepção de alguma deterioração ser quase igual à frequência modal.

A comparação com as amostras aleatórias provenientes da distribuição normal padrão denota uma probabilidade muito elevada de diferenças significativas no caso da probabilidade dos pescadores excluídos continuarem a viver da pesca (i.e. deterioração significativa) e nos casos da criação e divulgação do conhecimento sobre o PMLS (i.e. melhoria significativa). Considerando a coerência das respostas socioeconómicas entre “optimistas” e restantes, a única diferença significativa surge para a atractividade da pesca no PMLS para jovens ( $W=136,5$ ;  $p=0,0022$ ): para os “optimistas” a moda está situada num aumento desta atractividade nos últimos 4-5 anos, enquanto que para os restantes está numa deterioração (i.e. modas parcelares com 2 níveis ordinais de diferença – ver Fig. 2). No total, a percepção globalmente neutra representada pela soma dos indicadores socioeconómicos é algo enganadora, uma vez que está a equilibrar percepções globalmente negativas para indicadores socioeconómicos ligados directamente aos pescadores com percepções globalmente positivas para indicadores mais relacionados com outros utentes ou a comunidade geral. Estas percepções são no geral partilhadas entre categorias, apesar de no caso da atractividade para jovens existir uma separação significativa baseada no grau de aceitação do PMLS.

Ao contrário das perguntas socioeconómicas, no caso de governança não houve perguntas com moda na resposta negativa (ver Informação de suporte – Figura IdS 5). Em 7 das 15 perguntas a moda está situada na per-



**Figura 2** - Histogramas para perguntas com diferenças significativas na distribuição de respostas entre “optimistas” (parte da barra em branco) e restantes (parte da barra em cinzento).

**Figure 2** - Histograms for questions with significant differences in the distribution of answers from “optimists” (white part of bar) and others (grey part of bar).

cepção de ausência de mudança, incluindo as três perguntas sobre a aceitação do PMLS pelos utentes e os próprios inquiridos. Modas positivas foram observadas nas três perguntas relacionadas com a legitimação dos pescadores e dos seus representantes nos processos de decisão sobre o PMLS, nas perguntas do cumprimento das regras do PMLS (mas não no cumprimento das regras gerais de pesca), no encontro de soluções de gestão para outros utentes do PMLS e na aceitação do PMLS pela comunidade local e as comunidades vizinhas.

Das perguntas com moda positiva, só a da capacidade de intervenção da Associação dos pescadores mostra um resultado altamente significativo quando comparada com as amostras aleatórias da distribuição normal padrão. Todavia, a pergunta sobre o número de pescadores associados é a única pergunta de governança com uma distribuição bimodal na frequência das respostas (e juntamente com a cobertura de macroalgas castanhas as únicas a mostrar alguma bimodalidade em todo o inquérito), indicando que existe também uma minoria de inquiridos a achar que o associativismo

diminuiu nos últimos 4-5 anos. Uma vez que os dados da AAPCS apontam para um aumento do número de associados nestes anos, esta bimodalidade pode estar relacionada com a diferença de perspectivas entre pescadores de aiolas (cujas representações pela AAPCS é parcial, havendo muitos não associados em nenhuma organização) e embarcações maiores (cuja representação é total para os botes com licença do PMLS e muito elevada para embarcações maiores).

Finalmente, na comparação entre “optimistas” e restantes, verificou-se uma divergência significativa nas respostas sobre a aceitação do PMLS pelos pescadores ( $W=180,5$ ;  $p=0,0027$ ), pelos outros utentes ( $W=175,5$ ;  $p=0,0020$ ) e pela comunidade de Sesimbra ( $W=157$ ;  $p=0,0008$ ). Nestes três casos (ver Fig. 2) existe uma clara diferença na moda, com os “optimistas” a apontar maioritariamente para alguma melhoria na aceitação do PMLS pelos pescadores, outros utentes e a comunidade geral, enquanto que os restantes estão centrados na ausência de mudança de opinião. Existem também diferenças na frequência dos que acham que a aceitação diminuiu muito, com nenhum dos “optimistas” a achar

que a opinião dos intervenientes no PMLS piorou muito, enquanto que para os restantes existe uma minoria a acreditar nisto.

### iii) Comparações entre grupos

No inquérito existem cinco perguntas sobre aspectos socioeconómicos e de governança formuladas de forma idêntica com respeito a pescadores e outros utentes, permitindo avaliar se os inquiridos têm uma perspectiva de evolução distinta para estes grupos desde a implementação do POPNA. Da comparação das respostas (Tabela 1), verifica-se que os inquiridos identificam diferenças significativas nas soluções de gestão e no rendimento: em ambos os casos é considerado que a situação dos outros utentes é comparativamente melhor que a dos pescadores, com um aumento nas soluções de gestão e nos rendimentos desde a implementação do PMLS para os outros utentes que não é observado para os pescadores do PMLS. Por outro lado, não são detectadas diferenças significativas entre estes dois grupos no nível de conflitualidade com a entidade gestora, na conformidade com as regras do PMLS ou na aceitação do PMLS (apesar que neste último caso o resultado é só marginalmente não significativo).

A Figura 3 fornece uma imagem sinóptica dos resultados deste inquérito e das variações de opinião entre temas e categorias de utentes, contabilizando o ratio de respostas positivas sobre negativas para perguntas ecológicas, socioeconómicas, de governança e total. Globalmente, as respostas positivas ultrapassam as respostas negativas num ratio de 2,04:1 (i.e. 1 resposta negativa ou muito negativa para cada 2.04 respostas positivas ou muito positivas nas 1119 respostas que identificaram alguma mudança da situação entre as 1694 perguntas respondidas pelos 64 inquiridos). Este padrão é verificado em todas as categorias de utentes com excepção dos pescadores profissionais a operar fora do PMLS, que forneceram mais respostas nega-

tivas do que positivas para todos os tipos de perguntas. Para os restantes, o grau de optimismo varia, com a categoria não específica (outros) e os pescadores lúdicos a terem ratios globais muito perto de 1 e a administração e investigação a terem ratios globais substancialmente mais elevados. O ratio de respostas positivas é mais elevado para perguntas ecológicas (3,01), intermédio para perguntas de governança (2,31) e mais baixo para perguntas socioeconómicas (1,23), nas quais para além dos pescadores, os pescadores lúdicos e os outros também fornecem mais respostas negativas do que positivas.

### iv) Comparações com o inquérito dos pescadores

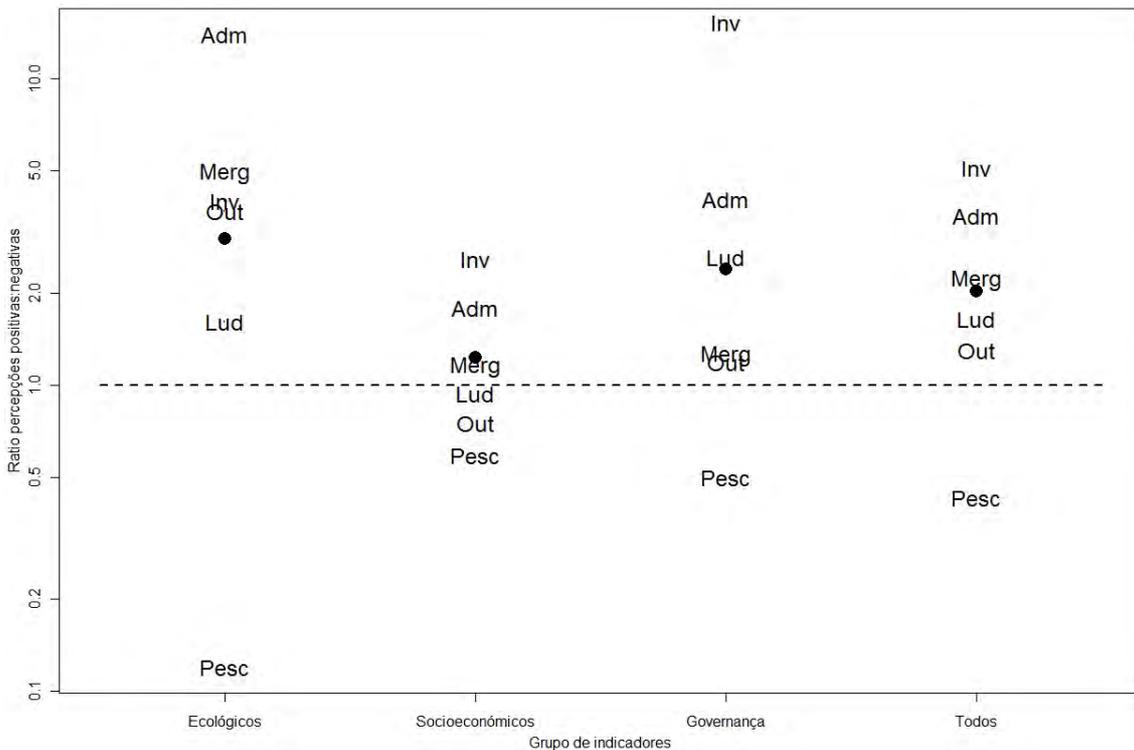
Para além das comparações anteriores, intrínsecas ao inquérito para outros utentes, existe também a possibilidade de comparar estes resultados com os principais resultados do inquérito para pescadores do PMLS (ver Stratoudakis *et al.*, 2015). Esta comparação na maioria dos casos não pode ser directa (uma vez que as perguntas aos pescadores foram codificadas de forma a basearem-se na sua actividade) e em alguns casos nem sequer é possível (em situações que para os pescadores só existe um indicador de estado que nesta primeira aplicação não pode ser comparado com os indicadores de tendência do questionário para outros utentes). Todavia, para seis indicadores de tendência (ver Fig. IdS 4.1 em Stratoudakis *et al.*, 2015) é possível comparar a distribuição das respostas dos pescadores com as dos outros utentes e avaliar a similitude das respostas dos dois grupos.

Para os assuntos ecológicos, a observação genérica mais marcante é da discrepância entre a percepção genericamente optimista dos outros utentes (com modas na percepção de alguma melhoria para a maioria das variáveis ecológicas, apesar de muitas delas não significativas) e a percepção de falta de mudança ou deterioração não significativa para os pescadores do PMLS.

**Tabela 1** - Comparação da distribuição de respostas dos inquiridos às mesmas perguntas de cariz socioeconómica ou de governança com respeito aos pescadores ou aos outros utentes do PMLS. A hipótese nula é falta de diferença na resposta média para os dois grupos (*Wilcoxon rank sum* teste emparelhado). Graus de liberdade (*df*) para o teste correspondem ao número de inquiridos que respondeu cada pergunta para os dois grupos (pescadores e outros utentes).

**Table 1** - Comparison of the distribution of replies to the same socioeconomic and governance questions with respect to fishers and other PMLS users. The null hypothesis is of lack of difference in the mean reply for the two groups (*Wilcoxon paired rank sum* test). Degrees of freedom (*df*) for the test correspond to the number of respondents that answered each question for both groups (fishers and other users).

Assunto	V	df	p
Conformidade com regras PMLS	116.5	49	0.167 (ns)
Soluções de gestão	14	36	0.008 (**)
Conflitos com entidade gestora PMLS	35	37	0.437 (ns)
Aceitação PMLS	15	46	0.053 (ns)
Rendimento	5.5	31	<0.001 (***)



**Figura 3** - Ratio de soma de respostas positivas sobre respostas negativas para cada grupo de perguntas (ecológicas, socioeconômicas, de governança e totais) e para cada categoria de inquiridos (legenda no símbolo). Ciclos pretos indicam média para cada grupo de perguntas entre categorias de utentes.

**Figure 3** - Ratio of the sum of positive over negative answers for each group of questions (ecological, socio-economic, governance or total) and each category of stakeholders (symbol legend). Black circles indicate mean group value for all stakeholder categories.

Isto é confirmado pela diferença significativa na distribuição das respostas para quatro dos cinco indicadores de tendência ecológicos passíveis de comparar: a abundância de espécies alvo ( $W=775$ ;  $p=0,0010$ ); a abundância de juvenis ( $W=256,5$ ;  $p=0,0005$ ); o número de espécies sem interesse comercial ( $W=409,5$ ;  $p=0,0004$ ); e a presença de peixes grandes ( $W=660,5$ ;  $p=0,0007$ ). Em todos os casos a percepção maioritária dos outros utentes é de alguma melhoria nos últimos 4-5 anos, enquanto que para os pescadores estas variáveis ficaram inalteradas ou eventualmente diminuíram ligeiramente no caso da abundância das espécies alvo da pesca (ver Tabela IdS 4.1 em Stratoudakis et al., 2015).

A principal concordância ecológica nos dois inquéritos surge relacionada com o papel das macroalgas castanhas na diversidade e produtividade do ecossistema na zona e as consequências do seu desaparecimento abrupto, assunto para o qual convergem as narrativas tanto na caracterização do ecossistema antes e depois, como no período de transição (fim dos anos 80/início dos anos 90) e as causas prováveis (varias hipóteses de “poluição”). Outro assunto de possível concordância é sobre o registo de algum aumento na observação de espécies estranhas ou raras nos últimos anos (percepção significativa para outros utentes) que é corroborado pela lista de espécies sem interesse comercial, raras ou

estranhas registadas pelos pescadores. Também para o indicador de tendência ecológica relacionado com a presença de esforço de pesca nos limites do PMLS a comparação da distribuição das respostas não foi significativa ( $W=347$ ;  $p=0,066$ ), apesar da moda dos pescadores estar situada na ausência da resposta e a dos outros utentes na de alguma melhoria (mas não significativamente diferente da ausência de mudança).

Para os assuntos socioeconômicos e de governança, a observação genérica mais marcante é a da consonância geral sobre as consequências da criação do Parque para os pescadores excluídos, as perspectivas futuras para a pesca e o relacionamento dos pescadores do PMLS com a entidade gestora. Há uma percepção predominante entre os outros utentes que a probabilidade dos pescadores excluídos pelo PMLS continuar a ganhar a vida pela pesca e a atratividade da pesca para os jovens terem diminuído significativamente. Isto é corroborado pelo número de pescadores identificados como tendo saído da pesca depois da exclusão pelo PMLS e pela muito reduzida proporção de actuais pescadores a sugerir a pesca como primeira opção para o futuro de jovens familiares. Todavia, a relação dos pescadores com a entidade gestora (ICNF) não é vista pelos outros utentes como tendo sofrido deterioração neste período. Isto é apoiado pelas respostas dos pescadores sobre a

importância dos conflitos com a entidade gestora em relação a outros problemas e a claramente maioritária vontade deles de embarcar num processo de co-gestão da actividade pesqueira no PMLS com o ICNF.

Houve também assuntos socioeconómicos e de governança para os quais se notaram algumas discrepâncias entre a resposta predominante dos pescadores e a dos outros utentes. A mais evidente é a divergência sobre a tendência no cumprimento das regras do PMLS pelos pescadores. Na óptica maioritária dos outros utentes houve uma melhoria do cumprimento nos últimos 4-5 anos (apesar de não significativa), que não é corroborada pela maioria dos pescadores (que atesta maioritariamente que a frequência do incumprimento das regras do PMLS ficaram inalteradas nos últimos 4-5 anos). A comparação das distribuições das duas respostas confirma uma diferença significativa de percepção ( $W=796,5$ ;  $p=0,036$ ), o que indica uma estranha incoerência entre actores e observadores do mesmo fenómeno (com os últimos a ser mais optimistas ou benevolentes).

#### 4. Conclusões

Considerando o inquérito aos utentes do PMLS na globalidade, sobressai uma visão positiva para a evolução do PMLS e da sua interacção com a pesca no período de 2007-2008 a 2012, com a excepção de alguns aspectos socioeconómicos importantes ligados à pesca:

- > O número de respostas a apontar para alguma melhoria é mais que o dobro das que apontam para alguma deterioração, num ratio global de 2.04:1. Dos 37 indicadores de tendência, a moda está situada numa percepção de melhoria em 20 e de deterioração em dois deles (sendo os resultados significativos para o tamanho da amostra em cinco positivos e um negativo);
  - > Existe um optimismo generalizado nos indicadores ecológicos (oito dos 11 indicadores com modas em percepções de alguma melhoria, dois deles significativos) e mais moderado nos indicadores de governança (oito dos 15 indicadores com modas positivas, um deles significativo), não havendo nenhum indicador ecológico ou de governança com moda negativa;
  - > Para os indicadores socioeconómicos existe uma apreciação menos uniforme entre assuntos, havendo percepções globalmente negativas para alguns indicadores ligados directamente aos pescadores (dois, ambos significativos) e percepções globalmente positivas para indicadores mais relacionados com outros utentes ou a comunidade geral (quatro, dos quais dois significativos). Esta separação entre pescadores e outros utentes é também evidente na comparação da distribuição de respostas em perguntas idênticas para os dois grupos, onde se detectam diferenças significativas na evolução dos rendimentos e no encontro de soluções de gestão (em ambos os casos com percepções melhores para as outras actividades que para a pesca no PMLS).
- Estes resultados estão genericamente consonantes com os resultados apresentados por Batista et al., (2011) que, com base em avaliação subjectiva de peritos antes e depois da implementação do POPNA, consideraram que houve uma melhoria para indicadores ecológicos e de governança e uma deterioração para indicadores sociais e económicos.
- Comparando os resultados do presente estudo com os resultados do inquérito para os pescadores do PMLS (Stratoudakis et al., 2015), denota-se uma divergência prevalecte nos assuntos ecológicos e uma convergência nos assuntos socioeconómicos e de governança:
- > Existem diferenças significativas nas respostas para a maioria dos indicadores ecológicos de tendência comuns nos dois inquéritos, com os outros utentes a serem significativamente mais positivos que os pescadores do PMLS na percepção de evolução da abundância das espécies com interesse comercial, da abundância dos juvenis e de grandes peixes e no número total de espécies. Para algumas destas variáveis existe já alguma literatura a apoiar as percepções de melhoria (Cunha et al., 2014; Henriques et al. 2013; Horta e Costa et al. 2013). Todavia não é possível com o presente estudo avaliar se a discrepância aqui observada resulta de diferenças objectivas no sistema de referências dos dois grupos em termos de áreas de observação e espécies focais (e.g. Yasué et al., 2010; Leleu et al., 2012) ou diferenças subjectivas resultantes de enviesamento nas heurísticas utilizadas (e.g. Davis et al. 2004; Tversky and Kahneman, 1974).
  - > A principal convergência ecológica prende-se com a importância das macroalgas no ecossistema costeiro local e no papel da “poluição” no seu desaparecimento repentino (uma narrativa quase idêntica entre inquiridos com mais que 30 anos de experiência no local nas várias categorias de utentes). Existe também alguma convergência na percepção do aumento de espécies raras ou estranhas, corroborada também por literatura que salienta o papel da zona de Arrábida como fronteira entre comunidades de zonas biogeográficas distintas (Henriques et al., 2007) e o aumento do aparecimento de exemplares de ecossistemas mais tropicais (Horta e Costa and Gonçalves, 2013);
  - > Nos indicadores socioeconómicos e de governança as comparações são indirectas (porque maioritariamente têm de ser conjugadas respostas para indicadores de tendência dos utentes com respostas para indicadores de estado dos pescadores), mas no

geral prevalece uma visão convergente, tanto sobre aspectos positivos (fortalecimento do papel da Associação, aumento do conhecimento sobre o PMLS) ou neutros (falta de agravamento da relação com a entidade gestora do PMLS), como sobre aspectos negativos (impactos da exclusão de pescadores do PMLS, divergência de rendimentos de pescadores com outros utentes e pessimismo sobre a atratividade da pesca para os jovens);

- > A principal divergência não ecológica surge na percepção do cumprimento das regras do PMLS pelos pescadores, onde – paradoxalmente – os outros utentes têm uma visão significativamente mais optimista que os próprios pescadores do PMLS.

Apesar do esforço para desenhar o painel de inquiridos de forma equitativa entre categorias e procurando metodologias ajustadas na realidade local para encontrar números suficientes de informantes adequados (Davis and Wagner, 2003), a implementação deste estudo enfrentou algumas dificuldades que não foram previstas:

- > Apesar do número de inquiridos por categoria de utentes ter sido semelhante ao apresentado num estudo recentemente publicado seguindo a mesma metodologia (Pajaro *et al.*, 2010), a dificuldade de encontrar pescadores profissionais a operar fora do PMLS mas com conhecimento sobre a situação actual do Parque, condicionou o número total de inquiridos e possivelmente limitou a capacidade de detectar mais resultados significativos entre os indicadores com modas a sugerir mudança;
- > A construção do questionário dos pescadores usando perguntas ligadas com a sua actividade diminuiu a comparabilidade com o questionário para os outros utentes, tanto porque em algumas perguntas o enunciado não é idêntico (e.g. abundância de peixes juvenis não é idêntico com peixes capturados abaixo do tamanho mínimo legal) como porque no questionário dos pescadores alguns indicadores de tendência só surgirão indirectamente após a repetição do inquérito e a obtenção de novas respostas sobre indicadores de estado;

A aceitação pessoal do PMLS (ultima pergunta no inquérito) mostrou-se correlacionada com o ratio de respostas positivas/negativas na totalidade do inquérito (Fig. 1b) e inversamente correlacionada com os anos de convivência com o sistema (Fig. 1a). Este padrão pode estar influenciado pela opinião mais negativa de pescadores que operam fora do PMLS (que tinham geralmente mais anos de exposição no sistema), mas não se limita a isto: observou-se também nos inquéritos efectuados em Lira e Cedeira aonde a definição dos pescadores incluídos foi menos conflituosa (Vidal e Verisimo, comunicação pessoal) e foi também relatado na literatura (percepções positivas sobre AMP inver-

samente relacionadas com a senioridade do pescador - Leleu *et al.*, 2012). Independentemente do motivo para o aparecimento deste padrão, o seu efeito foi testado na análise dos dados, identificando indicadores para os quais a distribuição das respostas de “optimistas” e restantes eram divergentes.

## Appendix

Supporting Information associated with this article is available on-line at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-572\\_Stratoudakis\\_Supporting-Information.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-572_Stratoudakis_Supporting-Information.pdf)

## Agradecimentos

Este trabalho teve o apoio e colaboração de um elevado número de pessoas. Devemos cronologicamente destacar:

- A AAPCS (através dos seus presidentes Arsénio Caetano e António Pila e a sua secretária Carina Reis) pelo acompanhamento geral do projecto MAIA e o apoio operacional deste estudo;
- Juan Freire, Inma Alvarez e Nuria Fernandez (Universidade de Corunha) e Cristina Pita (Universidade de Aveiro) pelo contributo na realização do workshop que levou ao desenvolvimento da metodologia;
- Antonio Marques e Tiago Cagica (Câmara Municipal de Sesimbra) pelo envolvimento na identificação de utentes e o fornecimento de apoio logístico para a realização de entrevistas;
- Lia Vasconcelos e o projecto MARGOV por fornecer a base participativa para conhecer muitos dos utentes contactados neste estudo;
- Duarte Vidal e Patricia Verisimo (Universidade de Corunha) pelas informações sobre a aplicação do mesmo questionário nas AMPs de Cedeira e Lira na Galiza;
- Paulo Oliveira (IPMA) pela leitura crítica do manuscrito.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projecto MAIA (INTERREG IVB—Espaço Atlântico, 2009-1/143).

## References

- Batista, M.I.; Baeta, F.; Costa, M.J.; Cabral, H.N. (2011) - MPA as management tools for small-scale fisheries: the case-study of Arrábida Marine Protected Area (Portugal). *Ocean and Coastal Management*, 54(2):137-147. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2010.10.032
- Cabral, H.N.; Batista M.; Baeta, F.; Alves, A.; Costa, M.J. (2008) - *Avaliação do impacto das condicionantes na Área Marinha do Parque Natural de Arrábida à actividade da pesca comercial e lúdica, a náutica de recreio e ao mergulho*. Relatório Final. Instituto de Oceanografia, FCUL, Lisboa. 242 pp + anexos. Não publicado.
- Carneiro, G. (2011) – The Luiz Saldanha Marine Park: an overview of conflicting perceptions. *Conservation and Society*, 9(4): 325-333. DOI: 10.4103/0972-4923.92149
- Cunha, A.H., Erzini, K., Serrão, E.A., Gonçalves, E., Borges, R., Henriques, M., Henriques, V., Guerra, M., Duarte, C., Marbá, N., Fonseca, M. (2014) – Biomares, a LIFE Project to restore and manage the biodiversity of Prof. Luiz Saldanha Marine Park. *Journal of Coastal Conservation*. 18(6):643-655. DOI: 10.1007/s11852-014-0336-x
- Davis, A.; Wagner, J.R. (2003) – Who knows? On the importance of identifying “experts” when researching local ecological knowledge. *Human Ecology*, 31(3):463-489.
- Davis, A.; Hanson, J.M.; Watts, H.; MacPherson H. (2004) – Local ecological knowledge and marine fisheries research: the case of white hake (*Urophycis tenuis*) predation on juvenile American

- lobster (*Homarus americanus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(7):1191-1201. DOI: 10.1139/F04-070
- Henriques, M.; Gonçalves, E.J.; Almada, V.C. (2007) - Rapid shifts in a marine fish assemblage follow fluctuations in winter sea conditions. *Marine Ecology Progress Series*, 340:259-270.
- Henriques, S.; Pais, M.P.; Costa, M.J.; Cabral, H.N. (2013) – Seasonal variability of rocky fish assemblages: detecting functional and structural changes due to fishing effort. *Journal of Sea Research*, 79:50-59. DOI: 10.1016/j.seares.2013.02.004
- Henriques, V.; Guerra, M.T.; Mendes, B.; Gaudêncio, M.J., Fonseca, P. (in press) – Benthic habitat mapping in a Portuguese marine protected area using EUNIS: an integrated approach. *Journal of Sea Research*. DOI: 10.1016/j.seares.2014.10.007
- Horta e Costa, B.; Gonçalves, E. (2013) – First occurrence of the Monrovia doctorfish *Acanthurus monroviae* (Perciformes: Acanthuriade) in European Atlantic waters. *Marine Biodiversity Records*, 6:e20. DOI: 10.1017/S1755267213000055
- Horta e Costa, B.; Erzini, K.; Caselle, J.E.; Folhas, H.; Gonçalves, E. (2013) - “Reserve effect” within a temperate marine protected area in the North-eastern Atlantic (Arrábida Marine Park, Portugal). *Marine Ecology Progress Series*, 481:11-24. DOI: 10.3354/meps10204
- Leleu, K., Alban, F., Pelletier, D., Charbonnel, E., Letourneur, Y., Boudouresque, C.F. (2012) – Fishers’ perceptions as indicators of the performance of Marine protected Areas (MPAs). *Marine Policy* 36(2):414-422. DOI: 10.1016/j.marpol.2011.06.002
- Norman, G. (2010) – Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. *Advances in Health Science Education*, 15(5):625-632. DOI: 10.1007/s10459-010-9222-y
- Pajaro, M.G.; Mulrennan, M.E.; Alder, J.; Vincent, A.C.J. (2010) - Developing MPA effectiveness indicators: comparison within and across stakeholder groups and communities. *Coastal Management* 38: 122-143. DOI: 10.1080/08920751003633094
- Pomeroy, R.S.; Parks, J.; Watson, L. (2004) - *How is your MPA doing? A guidebook of natural and social indicators for evaluating marine protected areas and management effectiveness*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Xvi + 216 pp. ISBN: 2-8317-0735-8; 978-2-8317-0735-8. Available online at <https://portals.iucn.org/library/node/8417>
- R Core Team (2014) - *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available online at <http://www.R-project.org/>
- Stratoudakis, Y.; Fernandes, F.; Henriques, M.; Martins, J.; Martins R. (2015) – Situação ecológica, socioeconómica e de governança após a implementação do primeiro plano de ordenamento no Parque Marinho professor Luiz Saldanha (Arrábida, Portugal): I – informações e opiniões de pescadores. *Journal of Integrated Coastal Zone Management / Revista de Gestão Costeira Integrada*, 15(2):153-166. DOI: 10.5894/rgci571
- Tversky, A.; Kahneman, D. (1974) – Judgment under uncertainty: heuristics and biases. *Science*, 185(4157):1124-1131. DOI: 10.1126/science.185.4157.1124
- Yasué, M.; Kaufman, L.; Vincent, A.C.J. (2010) – Assessing ecological changes in and around marine reserves using community perceptions and biological surveys. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20(4):407-418. DOI: 10.1002/aqc.1090
- Vasconcelos, L.; Caser, U.; Pereira, M.J.R.; Gonçalves, G.; Sá, R. (2012) - MARGOV – Building social sustainability. *Journal of Coastal Conservation*, 16(4):523-530. DOI: 10.1007/s11852-012-0189-0

## **Turismo em áreas balneares: uma análise da interação entre residentes e visitantes na Praia do Tofo, Moçambique**

Daniel Augusta Zacarias<sup>@, a</sup>

### **Resumo**

O desenvolvimento do turismo gera inúmeros impactos nos locais onde acontece, o que faz com que o turismo seja reconhecido como uma atividade que existe para o bem e para o mal de destinos turísticos. A Praia do Tofo representa um espaço apropriado para a compreensão dos impactos que o turismo pode causar, bem como para perceber Como os residentes e visitantes interagem no mesmo ambiente. É sobre esta abordagem que este artigo se fundamenta, tendo como objectivos identificar o grau de satisfação global e específico dos utilizadores da praia, o grau de aceitação de níveis diferentes de aglomeração humana e a percepção da ocorrência de diferentes padrões de comportamento. Fundamentados no conceito de capacidade de carga social e na aplicação de entrevistas aos diversos utilizadores do espaço turístico, os resultados indicam que a satisfação global de ambos grupos em relação à sua experiência recreativa foi positiva, que ambos grupos partilham o mesmo sentimento em relação ao grau de aglomeração humana na praia (variando de 78 a 312 pessoas/ 182 x 457m) e que ainda não ocorrem, na praia, comportamentos negativos por parte dos seus utilizadores. Estes resultados sugerem que ambos grupos (residentes e visitantes) coexistem pacificamente na Praia do Tofo e que as entidades gestoras devem introduzir mecanismos para evitar a ocorrência de padrões de comportamento desviantes, como forma de manter o equilíbrio estável atualmente existente entre os grupos.

**Palavras-chave:** destinos turísticos, processos de desenvolvimento do turismo, relações sociais no turismo, normas sociais, capacidade de carga social

### **Abstract**

#### ***Tourism in bathing areas: analysis of the interaction between residents and visitors at Praia do Tofo, Mozambique***

*Tourism is a contemporary way of resource utilization that has been described as being positive and negative at the same time. In this sense, this activity can at the same time provide positive negative to the territory where it occurs and also be the driving force for the degradation of the same territory. Though, tourism development relies on the specificities of each region and can only be viable when there are enough resources to provide tourism vocation, resources that can be natural, human, historic and cultural. The economic usage of these resources requires that basic conditions be secured with focus on economic and sociocultural infrastructures. Among all segments of tourism, coastal tourism has been one of the most developing, deserving, actually, special attention due to the fragility of the ecosystem and the relative isolation of native people living in these areas. In this context, while tourism activity has its essence in human interactions especially in relationships that are established between populations (residents and visitors), since admittedly tourism generates many impacts on places where it happens, what causes its recognition as an activity that exists for the good and bad of tourist destinations. Praia do Tofo represents a*

<sup>@</sup> Corresponding author, to whom correspondence should be addressed: <daniel.zacarias15@gmail.com>.

<sup>a</sup> Escola Superior de Hotelaria e Turismo de Inhambane, Cidade de Inhambane, Bairro Chalambe-1, Av. Samora Machel, Caixa Postal 75, Moçambique.

Submission: 11 JUL 2014; Peer review: 25 AUG 2014; Revised: 10 NOV 2014; Accepted: 14 FEB 2015; Available on-line: 17 FEB 2015

This article contains supporting information online at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-537\\_Zacarias\\_Supporting-Information.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-537_Zacarias_Supporting-Information.pdf)



*suitable space for understanding the impacts that tourism can cause, as well as to understand how residents and visitors interact in the same environment, in that it is a mass tourist destination considered priority area for development of tourism by already present some degree of tourist development and offer some support infrastructure. Thus, the interest in the subject of this article is a need to reflect about social tourism relations, with emphasis on the contact between residents and visitors, communities seeking to build a base of knowledge that can contribute to the improvement of management processes of beaches so that they ensure the satisfaction of those who attend. Given these assumptions, the article attempts to identify the degree of satisfaction of holidaymakers compared their recreational experience the satisfaction of holidaymakers toward some features from the beach, the degree of acceptance of different levels of human settlement and the perception thereof in relation to the occurrence of different patterns of behaviour. To achieve these objectives, the methodology was applied based on social carrying capacity assessment and in the implementation of interviews to various users of the beach by following three key procedures, namely (i) application of questionnaires to realize aspects linked to previous visits, activities involved and meeting with other groups; (ii) assessment of the degree of satisfaction in relation to recreational experience and importance and satisfaction regarding some features from the beach; and (iii) evaluation of the perception of vacationers in relation to patterns of behaviour displayed by other users at the beach. The results indicate that the overall satisfaction of both groups in relation to their recreational experience was positive, both groups share the same feeling about the degree of human settlement on the beach (ranging from 78 to 312 people/182 x 457m) and not yet occur, on the beach, negative behaviours on the part of its users. These results suggest that both groups (residents and visitors) coexist peacefully at Praia do Tofo and that management institutions should introduce mechanisms to prevent negative behaviour patterns, as a way to maintain the stable equilibrium existing between groups currently.*

**Keywords:** *tourism destinations, processes of tourism development, social relations in tourism, social norms, social carrying capacity.*

## 1. Introdução

O desenvolvimento da atividade turística tem sido considerado pilar de desenvolvimento para as regiões que apresentam amenidades suficientes para motivar a movimentação de pessoas de um lugar para outro com motivações de lazer. Neste contexto, os países que reúnem estas características têm envidado esforços no sentido de atrair maior número possível de visitantes como estratégia para angariação de divisas e fomento do desenvolvimento.

Entretanto, nestes países, pouca atenção se dá aos efeitos que o aumento massivo de turistas pode originar nos locais de visitação, a relação entre turismo e qualidade de vida das comunidades receptoras, nem o efeito que o massivo afluxo de turistas pode ter no grau de satisfação e fidelização dos clientes.

Neste sentido, a degradação ambiental, o desrespeito às normas e padrões culturais das comunidades residentes, a sazonalidade e a massificação dos locais de visitação são aspectos que começam a despertar atenção, num contexto de sustentabilidade. Por exemplo, nos últimos 50 anos os humanos modificaram os ecossistemas mais rápida e extensivamente que em qualquer outro período da história, motivados principalmente pela necessidade de responder ao crescimento rápido da procura de alimento, água, madeira, e combustível, induzido pelo crescimento demográfico e económico (Agardy & Alder, 2005).

Esta situação é claramente reproduzida no contexto de turismo, em especial no turismo costeiro, pois, tal como refere o CSIL [Centre for Industrial Studies & Touring Servizi] (2008), as regiões costeiras abarcam um vasto conjunto de contextos socioeconómicos, com diferentes

necessidades e padrões de desenvolvimento regional, sendo extremamente importantes para os seus moradores.

Para Albuquerque (2004), o papel das zonas costeiras é muito diversificado, sendo áreas que pela sua riqueza natural, tanto a nível de fauna como de flora, pelas suas potencialidades a nível recreativo e de lazer e pela sua grande acessibilidade são escolhidas por uma grande parte da população para viver ou apenas para visitar. Deste modo, tornam-se zonas preferenciais para a criação de postos de trabalho, crescimento económico e melhoria da qualidade de vida das suas populações.

Entretanto, estas características de extrema importância se convertem nos principais desafios para gestão do turismo costeiro uma vez que a elevada atratividade destas áreas constitui também um factor de atração de viajantes de todo o mundo. Como foi referido anteriormente, existe uma necessidade de monitoria destes fluxos turísticos como mecanismo para garantir a sobrevivência dos ecossistemas, melhoramento da qualidade de vida das comunidades e gestão territorial.

Considerando que a praia é um ambiente sedimentar costeiro de composição variada, formado mais comumente por areia, e condicionado pela interação dos sistemas de ondas incidentes sobre a costa e que enquanto espaço de lazer e destino turístico e de recreio, por si só constitui um recurso natural capaz de integrar outros, embora necessite de um sistema de gestão que estabeleça o equilíbrio entre a componente ambiental, social e económica, a implementação de estratégias apropriadas para gestão das atividades turísticas nestes espaços é prioridade (Zacarias, 2013). Neste contexto, a gestão de praias constitui um espectro

de conflito potencial que reflete a tomada de decisões de empreender ou não ações que se associam e regem os objetivos políticos e as capacidades socioeconómicas e ambientais (Williams & Micallef, 2009), na medida em que busca manter ou melhorar a praia como um recurso recreativo e como meio de proteção costeira, ao mesmo tempo que oferece instalações que atendam às necessidades e aspirações dos utilizadores da praia (Bird, 1996).

Segundo Cazalais (2009), os espaços de praias e paisagens circundantes são utilizados pelos residentes e pelos visitantes, situação que pode gerar posições antagónicas ou de conflito, que motivados pelo elevado afluxo de pessoas a estes espaços, muitas vezes com padrões culturais diferentes e poder económico também diferente começa a despertar a necessidade de melhor compreensão desta interação.

O principal propósito do estudo que suporta este artigo é, dentro da linha de pesquisa associada à gestão de áreas balneares, contribuir para o estabelecimento de estratégias que permitam conjugar as várias facetas da capacidade de carga de praias (para a capacidade de carga física da praia do Tofo, veja-se Zacarias, 2013). Assim este artigo tem como objectivos

- (i) compreender o grau de satisfação global e específico dos residentes e visitantes em relação a algumas características da praia,
- (ii) avaliar a capacidade de carga social através da percepção dos utilizadores em relação ao congestionamento humano na praia, e
- (iii) avaliar o grau de interação entre os grupos (residentes e visitantes) através da percepção de atitudes e comportamentos exibidos na praia.

## 2. Contexto teórico do estudo

O turismo e o desenvolvimento sustentável são dois temas que apresentam uma relação controversa, na medida em que vários autores colocam o turismo como uma atividade económica que gera efeitos negativos, consistindo apenas em mais uma forma de as nações desenvolvidas e ricas melhorarem ainda mais o seu desempenho às custas dos menos afortunados (Ascher, 1984), como uma forma rápida e eficaz de desenvolvimento que gera inúmeros benefícios para as localidades onde se instala (Freitag, 1994; Walpole & Goodwin, 2000) ou como indústria “sem chaminés” que promove o emprego e renda (Freitag, 1994).

Um dos aspectos críticos desta relação, principalmente sobre os lugares de destino, é o facto de o deslocamento de pessoas para lazer, fenómeno típico da sociedade capitalista atual, resultar em práticas sócio-espaciais que geram territórios e territorialidades que “turistificam” lugares (Fratucci, 2000). Com esta movimentação, estabelecem-se novas dinâmicas entre espaços e comunidades diferentes, cujos resultados

podem migrar para convivência pacífica ou convivência conflituosa.

Neste contexto, a praia (e áreas circundantes) se converte em espaço de relacionamento entre a comunidade residente e a comunidade visitante, local de ocorrência de interações e inter-relações temporárias entre o anfitrião e o visitante, que possibilitam o reconhecimento da existência do outro, recíproca e simultaneamente (Fratucci, 2000). Entretanto, este relacionamento nem sempre é pacífico ou estável.

### 2.1 Dinâmica da interação entre residentes e visitantes

Um dos aspectos centrais do turismo é o relacionamento que se estabelece quando comunidades, povos ou indivíduos diferentes se encontram. Neste contexto, cada indivíduo, seja qual for o estrato social a que pertence não pode ser parte de ambas as populações ao mesmo tempo. Ambas populações contam inicialmente com indivíduos que se comportam de forma comprometida ou não com questões comunitárias. Neste sentido, ao longo da interação em cada região, o comportamento dos indivíduos de cada classe pode alterar em qualquer sentido.

Segundo Deery *et al.*, (2012) e Zamani-Farahani & Musa (2012), os impactos sociais do turismo ou a interação entre as comunidades residentes e as visitantes tem sido centro das atividades académicas, motivado, fundamentalmente, pelo facto de a percepção e atitude das comunidades residentes em relação aos impactos do turismo constituir elemento fundamental para geração de políticas de gestão para o correcto planeamento, *marketing* e operacionalização dos programas e projetos de desenvolvimento do turismo (Ap, 1992).

Ao visitar determinado destino, o turista entra em contacto com pessoas que trabalham para melhor atendê-lo e proporcionar satisfação para que volte ao local mais vezes. Em muitos casos estas pessoas trabalham muito, tem baixa remuneração e ainda enfrentam o facto de o seu ambiente e modo de vida ser repentinamente alterado por pessoas cuja identidade e proveniência são desconhecidos (Pires, 2004; Baldissera & Bahl, 2012; Gomes, 2013). Embora esta interação possa trazer benefícios comuns aos dois grupos, existem situações em que o cruzamento entre as duas comunidades é negativo, originando situações de conflitos.

Estando inseridas no mesmo contexto, a confrontação socioeconómica entre as comunidades residentes e as visitantes define-se através da análise de indicadores referentes ao capital económico e cultural. A apropriação diferenciada destes recursos determina condições de existência heterogéneas, podendo gerar condições também diferentes de usufruto da experiência recreativa. Existindo contextos diferentes de usufruto da experiência turística, é normal que os grupos menos

beneficiados (em muitos casos as comunidades residentes) sintam dificuldades em assimilar o desenvolvimento do turismo e a convivência com outros grupos.

Nesta perspectiva, destacam-se três linhas de pensamento (Mathieson & Wall, 1982) que contribuem para a compreensão da interação entre estas comunidades, principalmente por terem apresentado tipologias que contribuem para uma análise do desenvolvimento turístico do lugar: o índice de irritabilidade de Doxey, o ciclo de vida de destinos turísticos de Butler e a teoria das trocas sociais de Skydmore, todas fundamentadas no contexto de que a convivência entre grupos é mais amena na fase inicial de contacto, deteriorando-se à medida que os residentes sentem os seus espaços invadidos pelo crescente número de visitantes ou se sentem excluídos do turismo e seus benefícios.

A compreensão da interação entre os residentes e os visitantes tem sido objecto de análise pela comunidade académica, existindo exemplos de interação positiva e de interação negativa, sendo que o potencial para relações mais próximas entre ambos grupos é resultado da frequência de interações sociais entre indivíduos (Rothman, 1978) que os aproxima e fornece bases para melhor compreensão mútua. Numa abordagem mais crítica, van der Bergue (2009) estabelece que a interação entre os residentes e os turistas é segmentada e instrumental, sendo iniciada com propósitos específicos, limitados e imediatos, sem perspectivas duradouras ou consequências efémeras.

Entretanto, uma vez que o turismo constitui plataforma para geração de divisas é importante que o relacionamento entre os visitantes e os residentes seja positivo e que os turistas se sintam atraídos pelo destino e desenvolvam sentimentos que os permitam regressar mais vezes e trazer mais visitantes.

## **2.2 Capacidade de carga social como instrumento de avaliação da relação entre residentes e visitantes**

Sendo uma atividade que envolve a dimensão humana, o turismo pode ter severos impactos sobre os aspectos culturais não apenas da comunidade como também dos turistas ou visitantes. Esta situação requer análise cuidadosa da interação e resposta dos grupos. Neste contexto, o conceito de capacidade de carga social se afigura um mecanismo eficiente para a compreensão destas relações (Tarrant & English, 1996; Saveriades, 2000; Manning *et al.*, 2000; McCool & Lime, 2001; Lopez-Bonilla & Lopez-Bonilla, 2008).

Genericamente, a capacidade de carga social é percebida como o limite após o qual os aspectos sociais da comunidade receptora são negativamente influenciados e afectados pelas atividades turísticas e a qualidade de vida dos residentes não pode mais ser assegurada (Castellani *et al.*, 2007; Jovicic & Dragin, 2008), con-

duzindo a conflitos entre os turistas e a população residente, podendo gerar tensões sociais (Saveriades, 2000; Brandolini & Mosetti, 2005). Esta componente reconhece que os impactos socioculturais negativos ocorrem quando o turismo excede determinados níveis (Saveriades, 2000; Brandolini & Mosetti, 2005), sendo necessário compreender que a percepção do significado dos impactos pode variar entre populações autóctones e turistas bem como no seio destes grupos.

Como sugerido por Bimonte e Punzo (2007), a avaliação da capacidade de carga social não é uma tarefa fácil, na medida em que implica a compreensão dos encontros entre as duas populações: residentes (ou grupos de residentes) e turistas (ou grupos de turistas). Sobre esta perspectiva, diversa literatura tem sido produzida (Shelby & Heberlein, 1986; Tarrant & English, 1996; Saveriades, 2000; Manning *et al.*, 2000; McCool & Lime, 2001; Manning *et al.*, 2002; Lopez-Bonilla & Lopez-Bonilla, 2008), todos enfrentando a mesma dificuldade relacionada com os mecanismos para determinação do nível máximo de impacto a ser absorvido (Manning *et al.*, 2002).

Como indicado por Vaske & Donnelly (2002) e Needham *et al.*, (2008a), a capacidade de carga social consiste de múltiplos indicadores tais como número de encontros entre duas ou mais comunidades, congestionamento, conflitos, ruído e nível de satisfação. Enquanto a taxa de encontros descreve a contagem subjetiva do número de outras pessoas que um indivíduo se lembra de ter observado em determinado contexto, os níveis percebidos de congestionamento constituem a avaliação subjetiva negativa de que o número observado de outras pessoas ou o número de encontros com outras pessoas, grupos ou atividades é excessivo (Needham *et al.*, 2004; Needham *et al.*, 2008a; Needham *et al.*, 2008b). Entretanto, estes dois valores são extremamente subjetivos e dependem do número de pessoas entrevistadas, cujos resultados podem ser completamente enviesados, fazendo com que os resultados não revelem com exatidão o nível máximo de uso aceitável, nem demonstrem os mecanismos para melhor gestão e monitoria dos impactos.

Na avaliação da capacidade de carga social é crucial compreender as principais características da comunidade e respectivas atitudes (Bimonte & Punzo, 2007), pois, embora a interação entre populações distintas (população local – espécies autóctones; turistas – espécies alienígenas) seja em muitos casos pacífica, os problemas ocorrem quando a aspiração ou desejo de utilização dos recursos cria competição (efeito congestionamento) ou oposição (efeito externalidade) no destino turístico. Este problema (utilização de recursos comuns escassos) se torna mais evidente ou agudo à medida que os recursos se vão reduzindo, quando os grupos existentes são misturados e com a chegada dos

interesses das espécies alienígenas (turistas) que na maioria das vezes são detentores de padrões ou modos de vida contrários aos das espécies autóctones (residentes).

Maio *et al.*, (2006:236) referem que “os estudos a respeito de mudanças socioculturais provocadas e/ou reforçadas pelo turismo nas localidades receptoras, assim como as relações entre turistas/residentes, tem sido preocupação relevante”. Esta afirmação faz sentido no contexto em que quando se fala de turistas e moradores locais, consideram-se os dois grupos como importantes para o desenvolvimento da atividade turística, embora essa relação seja muitas vezes considerada uma relação conturbada, pois enquanto uns estão interessados no lazer, em desfrutar do local, os outros estão preocupados com os negócios, com os lucros (Baldissera & Bahl, 2012). Nesta situação, o que um faz (turista ou residente) pode não corresponder às vontades ou aspirações do outro, conduzindo a más interpretações e até conflitos.

Para elucidar a questão sobre que quantidade de impactos ou mudanças são aceitáveis ou apropriados, Manning *et al.*, (2002) aplicou um modelo baseado no impacto social da congestionamento e duas relações hipotéticas entre o nível de uso dos visitantes e a congestionamento. Nesta perspectiva, constatou que à medida que o número de turistas aumenta os visitantes começam a sentir-se cada vez mais congestionados, embora não tenha revelado o momento exato em que a capacidade de carga é excedida.

Esta relação hipotética demonstra que embora algum nível de congestionamento seja inevitável, deve ser tolerável se o destino turístico tiver que permanecer aberto ao público. Complementar a esta abordagem, Saveriades (2000) apoiou-se na teoria do ciclo de vida de destinos turísticos e desenvolveu um modelo que permitisse identificar o ponto exato em que a relação entre turistas e visitantes se deteriora. Baseado nesta abordagem e associando-se à teoria económica, o autor definiu que a satisfação do visitante declina à medida que a intensidade de utilização aumenta e o resultado é que o nível óptimo após o qual a satisfação começa a reduzir constitui a interação entre os níveis de satisfação marginal, média e total.

Segundo este modelo, em qualquer destino turístico existe um nível óptimo de utilização de recursos que oferece total satisfação dos turistas. Entretanto, este ponto não significa que níveis mais baixos de utilização dos recursos sejam o mais favorável, uma vez que o nível de satisfação aumenta à medida que os recursos vão sendo utilizados até ao ponto em que nenhum outro visitante é aceite. À medida que o número de turistas aumenta, começa a se sentir a sensação de congestionamento e a satisfação com o destino começa a

decrecer originando conflitos ou redução da demanda turística.

Embora os problemas pudessem ter sido visionados com a abordagem de Saveriades (2000), ainda persistiam dúvidas em relação às respostas teóricas. Neste aspecto, Manning *et al.*, (2002) introduziu a abordagem baseada no número instantâneo de pessoas como estratégia para avaliação da capacidade de carga social. Neste protocolo, o nível máximo tolerável de mudança para ambos grupos (residentes, turistas) é determinado através do questionamento das pessoas para avaliação de diferentes cenários de congestionamento, processados electronicamente, para prover informações sobre o número máximo de pessoas aceitável.

### 3. Materiais e métodos

#### 3.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado na Praia do Tofo (no seu sentido mais amplo, ou seja, a área balnear e a circunscrição territorial no seu entorno), localiza-se na região sul de Moçambique, enquadrada na eco-região de Tofo-Barra-Tofinho e Rocha, área de importância ecológica internacional e um dos principais destinos turísticos de Moçambique (Azevedo & Bias, 2011; Zacarias, 2013).

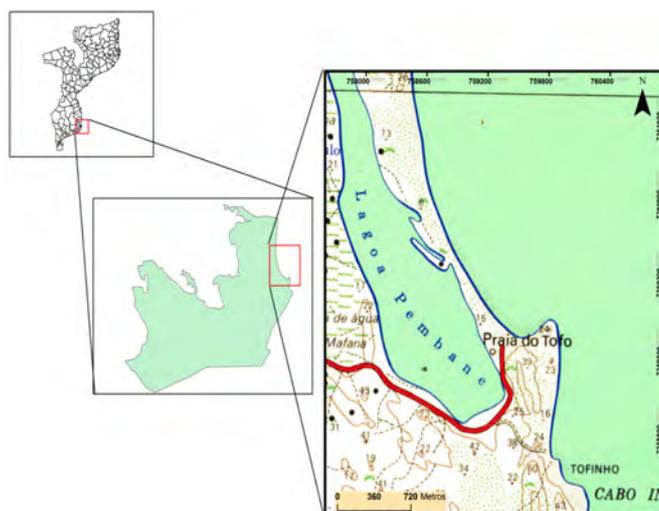


Figura 1 - Enquadramento geográfico da área de estudo em Moçambique

Figure 1 - Geographical setting of the study area in Mozambique

Tal como descrito em Zacarias (2013), a praia do Tofo (no seu sentido mais restrito) constitui um segmento costeiro enquadrado na faixa costeira a oeste da cidade de Inhambane. Tem características rurais, natural e dominada por ondas com uma amplitude média de maré inferior a 3 metros (Hoguane, 2007), protegida por maciços recifes de coral existentes a alguns metros *onshore*.

É uma praia semi-encaixada, uma vez que se encontra abrigada por um promontório apresentando uma forma

assimétrica, sendo constituída por uma zona de sombra próxima do promontório, protegida da ação direta das ondas e fortemente curvada, e a outra extremidade relativamente retilínea. Segundo Zacarias (2013), este espaço caracteriza-se por ser uma praia oceânica maioritariamente arenosa e com dunas, apresentando algumas rochas, vegetação pioneira (rasteira), vegetação antrópica e arbórea e habitações de material convencional.

Dadas as características da área e a atratividade da região para turismo, o Ministério do Turismo de Moçambique (MITUR) considerou-a como Área Prioritária para Investimentos Turísticos (APIT) de classe A, ou seja, *área que possui já um certo nível de desenvolvimento e infraestrutura de turismo, tendo já atraído investimentos, ou tenham merecido um grande interesse por parte dos investidores, havendo uma grande variedade de opções de acomodação e produtos existentes. Os níveis de provisão de infraestrutura e a quantidade e qualidade de produtos estão muito longe da perfeição, mas já existe um mínimo de equipamentos. Prioridades nestas áreas apontam para um desenvolvimento controlado, para a integração de planos de desenvolvimento entre sectores, o desenvolvimento de recursos humanos e a necessidade de marketing dos produtos existentes* (Ministério do Turismo, 2003:63).

Embora tenha sido descoberta pelo regime colonial nos anos 60 (Zacarias, 2013), só a partir de 1990 é que começa a verificar fluxos turísticos significativos, atraídos pela diversidade e elevada qualidade dos recursos naturais como praias tropicais, recifes de coral e vida marinha extensivas que oferecem experiências únicas tendo o processo de ocupação atingido o auge a partir de 1994 através de investimentos estrangeiros (maioritariamente sul-africano) que implantaram hotéis, lodges, bares e escolas de mergulho na região.

### 3.2 Recolha e análise de dados

A abordagem metodológica utilizada neste artigo tinha como intenção apreender a percepção e opinião dos *stakeholders* com o objectivo de construir uma visão integrada das condições de recreação e obter informações que permitam diagnosticar a possibilidade de ocorrência de problemas futuros. Neste contexto, os dados foram obtidos durante quatro semanas (14 de Setembro a 06 de Outubro de 2013), período em que se considerou uma abordagem aleatória (tanto em dias de semana como em horas do dia) para entrevistar as pessoas que se encontravam no entorno da praia.

Os questionários administrados incluíam, entre outros tópicos, visitas prévias, atividades envolvidas, grau de satisfação dos veraneantes, encontro com outros grupos, normas, valores e potencial apoio a algumas estratégias de gestão da praia, numa combinação de perguntas fechadas e de resposta aleatória com sistema de res-

posta fundamentado no modelo *Likert* de cinco pontos (veja-se a Informação de Suporte).

Neste contexto, e para além das questões genéricas, solicitou-se aos utilizadores da praia (sejam visitantes ou residentes) que indicassem o seu grau de satisfação global em relação ao tempo passado na praia e em relação a aspectos específicos da praia (parques de estacionamento, banheiros públicos, chuveiros, latas de lixo, ausência de lixo, mesas de piquenique, bancos de praia, sinais de informação sobre regulamentos, presença de salva-vidas, não cobrança de taxas de entrada, oportunidade para escapar das multidões, limpidez da água do mar, recifes de corais saudáveis, vegetação costeira saudável e oportunidade para ver a vida marinha de pequeno e grande porte), todos avaliados em função de sua importância e grau de satisfação.

Estes elementos foram avaliados utilizando escala de *Likert* de 5 pontos onde 1 = não importante e 5 = muito importante (avaliação da importância) e 1 = muito insatisfeito e 5 = muito satisfeito (avaliação da satisfação), tendo os dados sido analisados através da aplicação da matriz de importância-satisfação (Hollenhorst *et al.*, 1992; Siegenthaler, 1994; Slack, 1994; Chu & Choi, 2000; Needham *et al.*, 2008a) para identificação dos elementos de força e dos elementos a ser considerados prioritários para gestão da praia do Tofo como destino turístico.

É de salientar que esta matriz divide os elementos em quatro quadrantes, resultantes da associação entre a importância atribuída a determinado item e a satisfação dos que usufruem do mesmo. Assim, estabelecem-se os “factores de concentração” [importância positiva, satisfação negativa], “factores de estabilidade” [importância positiva, satisfação positiva], “factores supérfluos” [importância negativa, satisfação positiva], e “factores não importantes” [importância negativa, satisfação negativa] (Needham *et al.*, 2008a; Needham *et al.*, 2008b; Murdy & Pike, 2012; Azzopardi & Nash, 2013; Campos & Marodin, 2013; Ahmad & Afthanorham, 2014).

A avaliação da percepção de congestionamento humano na praia e padrões de comportamento foi realizada seguindo uma sequência tripla:

- (i) solicitou-se aos utilizadores da praia que indicassem, de um conjunto de valores representativos do número de pessoas na praia (variando de 0 a 2000+ pessoas), o que representasse o número máximo de pessoas que gostariam de ver na praia;
- (ii) solicitou-se que os respondentes avaliassem um conjunto de fotografias (veja-se a informação de suporte, Q2) e indicassem o cenário que mais se aproximasse à realidade momentânea da praia do Tofo, partindo da perspectiva que a administração de perguntas fechadas para avaliar o número máximo

de pessoas pode não ser representativo da realidade, especialmente em lugares com níveis elevados de utilização (Manning, 1999; Manning et al., 2002; Manning, 2007; Needham et al., 2008a). Neste contexto, o número de encontros e o número máximo aceitável foram estimados através da divisão da área total da praia pelas unidades correspondentes na fotografia e posterior multiplicação pela avaliação dos respondentes no local, tal como sugerido e aplicado por Needham et al., (2008a), Needham et al., (2008b), Ceurvorst & Needham (2012); e

(iii) solicitou-se aos inquiridos que indicassem a sua percepção em relação ao comportamento dos diversos tipos de utilizadores e suas atividades na praia, tendo os diversos parâmetros sido avaliados em função da frequência de ocorrência na praia.

#### 4. Resultados e discussão

Foram administrados, durante o período de realização do estudo, de forma aleatória e intencionalmente 217 questionários foram administrados, sendo 139 para elementos da comunidade (residentes) e 78 para a comunidade visitante (turistas). Apenas indivíduos acima de 18 anos foram abordados para responder aos inquéritos (a distribuição por faixas etárias não é apresentada. Veja-se o material de suporte).

##### 4.1 Grau de satisfação dos residentes e visitantes em relação a alguns parâmetros da praia

Em relação ao grau de satisfação, 108 respondentes consideraram a visita à praia satisfatória, 19 consideraram não satisfatória e os restantes 11 apresentavam-se indecisos. Entretanto, elevados níveis de satisfação são comuns em ambientes de recreação mas não demonstram a realidade (Manning, 1999), podendo ser dispensáveis no contexto de gestão de espaço uma vez que são largamente influenciados pela período do inquérito e a disposição do inquirido (Needham *et al.*, 2008a; Needham *et al.*, 2008b).

Para verificar a validade destes resultados, solicitou-se aos inquiridos que avaliassem algumas variáveis sobre a qualidade do espaço balnear, em função da importância e sua satisfação na praia do Tofo. Os resultados indicam que das 16 variáveis selecionadas 13 foram consideradas importantes e 3 não importantes, tendo a existência de vegetação costeira saudável sido considerada a variável mais importante (grau de consenso = 1,35 numa escala de -2 a 2, n = 217), seguida pela existência de latas de lixo (grau de consenso = 1,23, n = 217) e pela não cobrança de taxas de entrada e existência de recifes de coral saudáveis, ambas com grau de consenso igual a 1,22 (n = 217). A oportunidade de ver a vida marinha de grande porte, a existência de bancos de praia e a existência de mesas de piquenique foram consideradas variáveis sem importância, com graus de con-

senso iguais a -0,04, -0,49 e -0,72 (n = 217), respectivamente.

Em relação ao grau de satisfação com as 16 variáveis em análise, verificou-se que apenas 3 variáveis corresponderam às expectativas dos utilizadores (não cobrança de taxas de entrada na praia, limpidez da água do mar e ausência de lixo na praia), com graus de consenso de 1,36, 1,1 e 0,64 respectivamente. Oito variáveis (oportunidade para a vida marinha de pequeno e grande porte, os banheiros e chuveiros públicos, os locais de estacionamento, as mesas de piquenique e bancos de praia, bem como os operativos salva-vidas) não corresponderam às expectativas dos utilizadores, tendo alcançado graus de consenso que variavam de -0,29 a -1,26. Os locais para depósito de resíduos, os sinais de informação, a oportunidade para escapar às multidões, recifes e vegetação costeira saudáveis obtiveram grau de consenso igual a 0 (escala variável de -2 a 2).

Estes resultados indicam que na Praia do Tofo existem atributos desnecessários e outros que não respondem às necessidades dos utilizadores. Das 16 variáveis em estudo, três variáveis foram consideradas importantes e corresponderam às necessidades dos utilizadores (v5, v10 e v12), cinco foram consideradas importantes mas não corresponderam às necessidades dos utilizadores (v1, v2, v3, v9 e v15), três não foram consideradas importantes e não corresponderam às necessidades dos utilizadores (v6, v7 e v16) e as cinco restantes embora tenham sido consideradas importantes não tiveram avaliação positiva ou negativa em relação à satisfação das necessidades dos utilizadores (v4, v8, v11, v13 e v14). Com estes resultados, oito variáveis foram consideradas factores de estabilidade (v10, v12, v5, v14, v11, v4, v13, v8), cinco variáveis foram consideradas factores supérfluos (v2, v15, v3, v1, v9) e as três restantes variáveis (v6, v7, v16) foram consideradas factores não importantes (Figura 2).

##### 4.2 Capacidade de carga social e percepção de congestionamento humano na praia

Quanto à sensação de congestionamento, os utilizadores da praia avaliaram o número máximo de pessoas que gostariam de encontrar na praia utilizando como base 15 níveis (0; 5; 10; 15; 20; 35; 50; 75; 100; 200; 350; 500; 750; 1000; 1500 e 2000+ pessoas). Esta abordagem foi utilizada porque permite que os veraneantes percebam o congestionamento humano quando encontram mais pessoas do que o padrão estabelecido pelas suas normas para condições aceitáveis (Manning *et al.*, 1999; Needham *et al.*, 2008a; Needham *et al.*, 2008b).

Do total de respondentes, 45 entrevistados (31 residentes e 14 visitantes) não especificaram um limite máximo de encontros com outras pessoas ou o número máximo de pessoas que gostariam de encontrar na

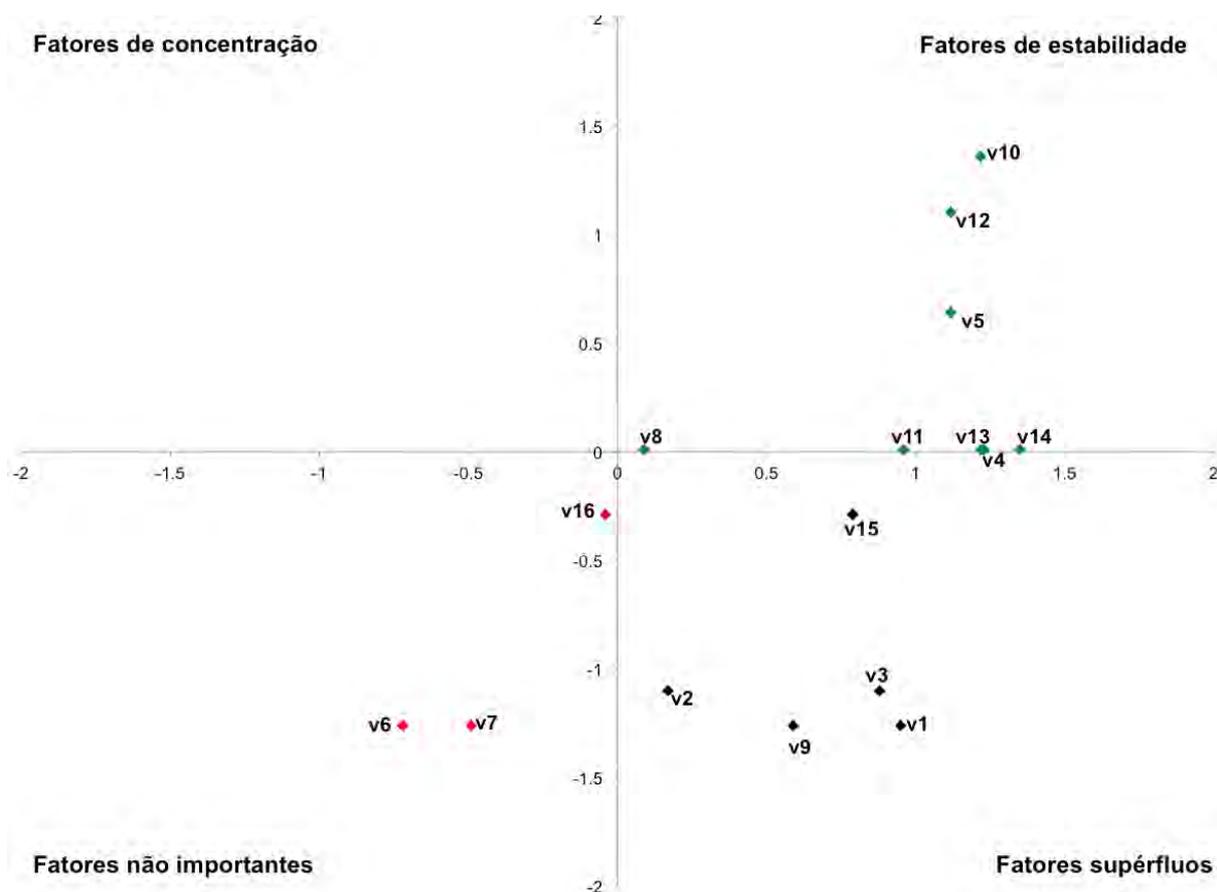


Figura 2 - Matriz de importância-satisfação na praia do Tofo. v1-parques de estacionamento, v2-banheiros públicos, v3-chuveiros, v4-latas de lixo, v5-ausência de lixo na praia, v6-mesas de piquenique, v7-bancos de praia, v8-sinais de informação sobre regulamentos, v9-presença de salva-vidas, v10-não cobrança de taxas de entrada, v11-oportunidade para escapar das multidões, v12-limpidez da água do mar, v13-recifes de corais saudáveis, v14-vegetação costeira saudável, v15-oportunidade para ver a vida marinha de pequeno porte, e v16-oportunidade para ver a vida marinha de grande porte

Figure 2 - Importance-satisfaction matrix at Praia do Tofo. v1-car parks, v2-public toilets, v3-showers, v4-trash cans, v5-no trash on the beach, v6-picnic tables, v7-beach benches, v8-information signs about regulations, v9-presence of lifeguards, v10-no charge of entrance fees, v11-opportunity to escape the crowds, v12-clarity of seawater, v13-healthy coral reefs, v14-healthy coastal vegetation, v15-opportunity to see small marine life, and v16-opportunity to see large marine life

praia, 55 entrevistados (49 residentes e 9 visitantes) referiram que o número de pessoas não importava e os restantes 117 (62 residentes e 55 visitantes) identificaram um limite máximo aceitável de turistas. Esta última indicação resultou em um limite máximo médio de 339 outras pessoas (para os residentes) e 494 outras pessoas (para os turistas), o que significa que os visitantes têm maior capacidade de absorção do impacto resultante da convivência com outras pessoas no mesmo espaço ( $t=43,8779$ ,  $p<0,001$ ).

Com base na limitação máxima do número de outros utilizadores da praia, procurou-se traduzir estes números em contexto espacial e os entrevistados avaliaram 6 cenários fotográficos hipoteticamente desenhados para exprimir diferentes níveis de ocupação do espaço (veja-se a informação de suporte, Q2), prin-

cipalmente porque os veraneantes podem escolher um determinado número de outros utilizadores, sem realmente compreenderem a dimensão espacial do mesmo (Cervoust & Needham, 2012, Needham *et al.*, 2008a, Needham *et al.*, 2008b).

Os resultados (Figura 3), quando analisados em função de curvas de aceitação de impactos (Manning, 2002), indicam que praias desertas (cenário A) ou superlotadas (cenário E) não foram consideradas agradáveis por ambos grupos de inquiridos, embora um número extremamente reduzido de outros utilizadores também não seja considerado aprazível (cenário B). Deste modo, os dados indicam que a capacidade de carga social, varia de 78 pessoas (limite inferior, cenário C) e 312 pessoas (limite superior, cenário E), para ambos os grupos. Considerando que cada cenário fotográfico somente

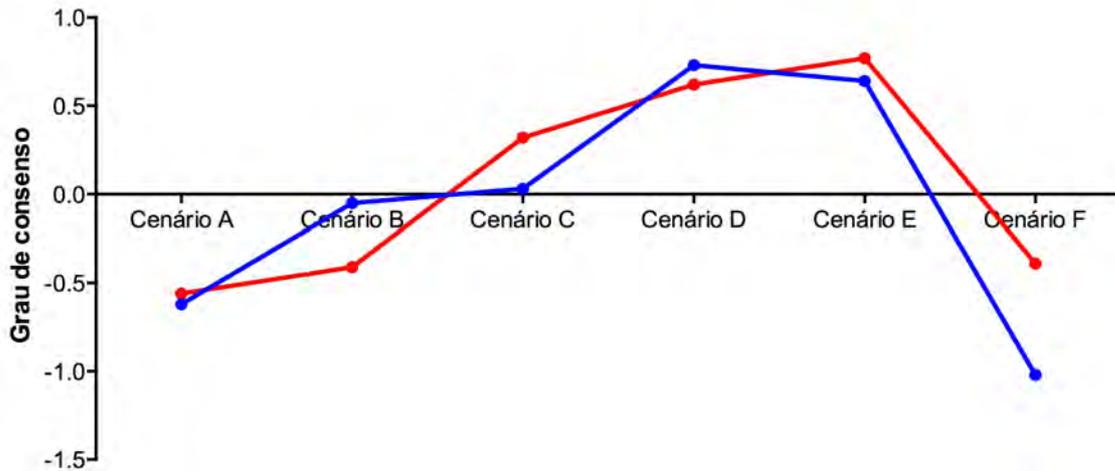


Figura 3 - Curvas de aceitação do número de veraneantes na praia do Tofo. A linha azul representa a curva de aceitação do impacto (grau de consenso) dos residentes e a linha vermelha representa a curva de aceitação (grau de consenso) dos visitantes

Figure 3 - Acceptance curves for the number of holidaymakers at Praia do Tofo. Blue line represents residents' curve of acceptance of impact (degree of consensus) and red line represents visitors' curve of acceptance (degree of consensus)

corresponde a 88,01% da área total de estudo - a Praia do Tofo tem 94 496 m<sup>2</sup> (Zacarias, 2013), estes valores representam idealmente cenários de congestão que variam de 89 a 355 pessoas em simultâneo.

#### 4.3 Nível de interação entre grupos e percepção de padrões de comportamento

Após a avaliação da capacidade de carga social para os dois grupos, buscou-se perceber como os residentes e os visitantes percebiam os diferentes padrões de comportamentos exibidos durante as suas atividades.

Compreende-se pelos resultados apresentados na Figura 4 que grande parte dos residentes e visitantes reportou a não existência de comportamentos negativos por parte de nenhum grupo em análise, destacando-se os visitantes que quase não presenciaram maus comportamentos por parte dos canoístas. Esta situação pode ser explicada pelo facto de ser este grupo de respondentes que praticam a canoagem e serem muito poucos os casos em que esta atividade ocorre.

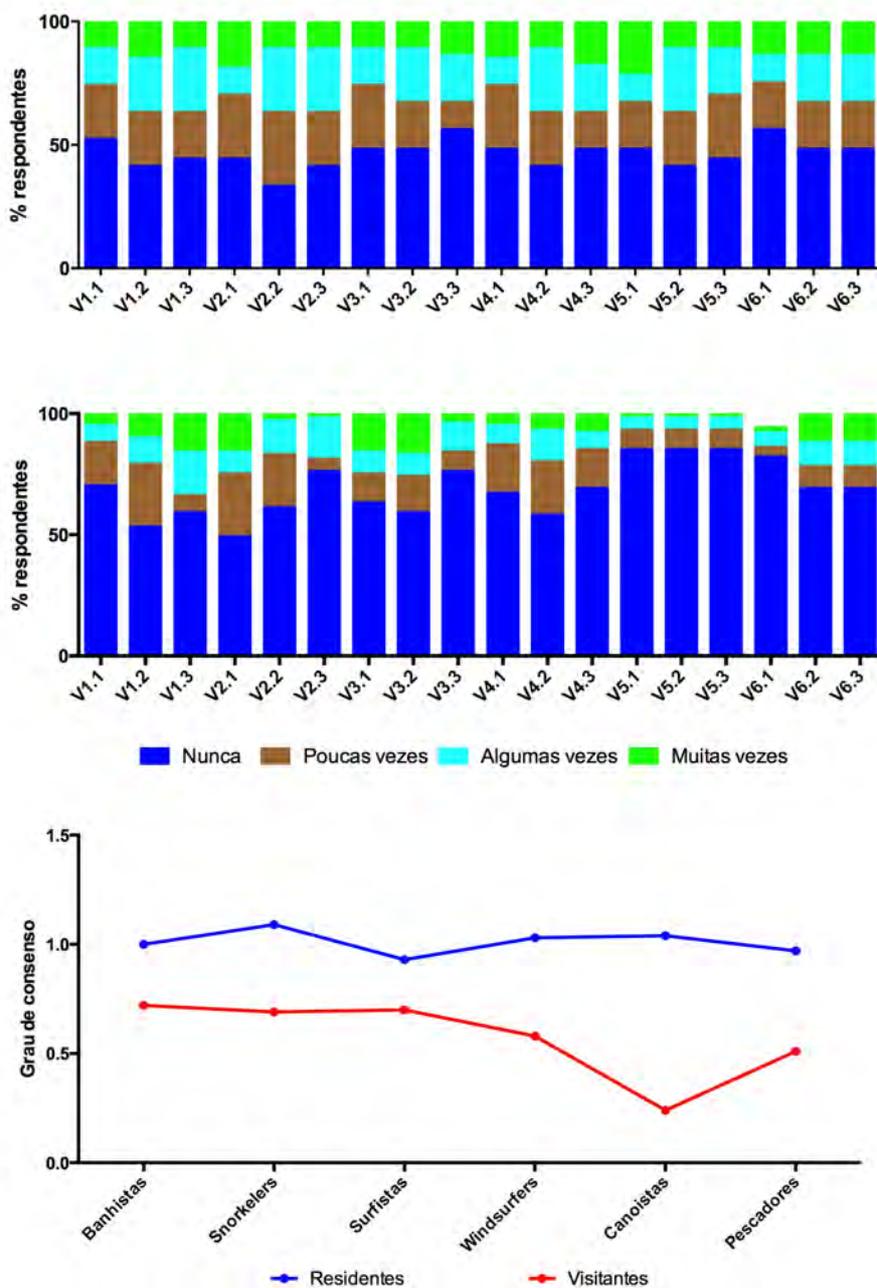
O padrão médio de comportamento dos grupos em estudo (banhistas, *snorkelers*, surfistas, *windsurfers*, canoístas e pescadores) gerou graus de consenso variando de 0,22 (comportamento dos canoístas reportado pelos turistas) e 1,09 (comportamento dos *snorkelers*, reportado pelas comunidades). Isto significa que embora ambos grupos de entrevistados não tenham reportado a ocorrência de comportamentos específicos que perigassem a convivência, na globalidade existem alguns aspectos que merecem atenção no contexto de gestão da interação entre os residentes e os visitantes.

#### 4.4 Implicações para gestão de praias e turismo sustentável

As praias são importantes geradoras de receitas (Nelson et al., 2000), no sentido em que a zona costeira abrangendo a praia e águas próximas fornece um ambiente propício à recreação e lazer que apoiam os negócios turísticos em qualquer lugar do mundo (Argardy, 1993).

Embora nenhum estudo tenha, ainda, sido realizado para compreender o valor económico das praias como recurso recreativo em Moçambique, experiências de diversos lugares do mundo já indicam que as praias são verdadeiras fontes de financiamento público e privado (Chen et al., 2004; Houston, 2008; Ariza et al., 2012). É este potencial das praias que muitas vezes se converte no principal mecanismo de destruição das mesmas, especialmente quando os mecanismos de gestão pública não muito eficientes e o uso recreativo das praias é realizado sem o devido acompanhamento das autoridades.

É neste contexto que aspectos como a interacção entre os visitantes e os residentes, a gestão dos impactos ambientais, a avaliação da capacidade de carga (social e ecológica), bem como a provisão de um conjunto de infraestruturas e serviços se afigura primordial para garantir que a praia mantém as suas características e o turismo é desenvolvido de forma sustentável. No campo das interacção entre grupos, por exemplo, verifica-se que os turistas (à excepção do turista explorador) muitas vezes não têm consciência da existência do "outro" e não participam nem respeitam as normas e condutas



**Figura 4:** Percentagem de ocorrência percebida de atitudes e padrões comportamentais de diferentes grupos na praia do Tofo: banhistas (v1.1-rudes ou não corteses; v1.2-muito próximo; v1.3-caminhando de forma descuidada), Snorkelers (v2.1-rudes ou não corteses; v2.2-muito próximo; v2.3-caminhando de forma descuidada), Surfistas (v3.1-rudes ou não corteses; v3.2-muito próximo; v3.3-caminhando de forma descuidada), Windsurfers (v4.1-rudes ou não corteses; v4.2-muito próximo; v4.3-caminhando de forma descuidada), Canoístas (v5.1-rudes ou não corteses; v5.2-muito próximo; v5.3-caminhando de forma descuidada) e Pescadores (v6.1-rudes ou não corteses; v6.2-muito próximo; v6.3-caminhando de forma descuidada). Topo - percepção dos residentes, Centro - percepção dos visitantes; Baixo - comportamento generalizado dos vários grupos de utilizadores da praia do Tofo.

**Figure 4:** Percentage of perceived attitudes of different groups at Praia do Tofo: swimmers (v1.1-rude or not polite; v1.1-very close; v1.3-walking carelessly), Snorkelers (v2.1-rude or not polite; v2.2 very close; v2.3 walking carelessly), surfers (v3.1-rude or not polite; v3.2-very close, v3.3-walking carelessly), Windsurfers (v4.1-rude or not polite; v4.2-very close; v4.3-walking carelessly), Kayakers (v5.1-rude or not polite; v5.2-very close; v5.3-walking carelessly) and Fishermen (v6.1-rude or not polite, v6.2-very close, v6.3-walking carelessly). Top - perception of residents, Centre - perception of visitors, Low - general behaviour of various groups of users at Praia do Tofo.

locais (Flores & Silva, 2001), o que enfurece a comunidade residente gerando situações em que a relação entre visitantes e residentes não é verdadeira.

Neste contexto, este estudo contribui para o propósito de definição de estratégias de gestão dos espaços balneares e contribui para a definição de estratégias de turismo costeiro sustentável, na medida em que define os níveis de congestionamento humano ou o número ideal de pessoas que devem ser admitidas na praia sem deteriorar a satisfação dos veraneantes, define os elementos a se melhorados, introduzidos ou retirados no contexto de infra-estruturas e serviços, bem como define a percepção dos padrões de comportamento de diferentes grupos de utilizadores na praia.

Considerando que o turismo é largamente dependente da satisfação dos que o praticam, a praia do Tofo pode ser considerado um destino que satisfaz os seus utilizadores na medida em que grande parte dos veraneantes respondeu satisfatoriamente a esta questão, embora a satisfação específica chamasse atenção para o facto da quase inexistência de salva-vidas na praia, situação verificada em praias de outras dimensões geográficas (Pereira da Silva, 2002; Roca *et al.*, 2008; Roca *et al.*, 2009; Needham *et al.*, 2011). Por outro lado, ao definir o nível máximo de ocupantes da praia que não periga a satisfação dos veraneantes, estabelece um mecanismo de controle de fluxos turísticos, permitindo a salvaguarda não só da satisfação dos turistas, bem como a preservação ambiental do espaço balnear (Saveriades, 2000; Needham *et al.*, 2011).

## 5. Conclusão

Este artigo, desenvolvido como contributo para o melhoramento dos processos estratégicos de gestão de áreas balneares, tem como objectivos identificar o grau de satisfação dos grupos na praia, avaliar a capacidade de carga social e percepção de congestionamento humano, bem como o nível de interação dos grupos.

De forma geral, ambos grupos estavam satisfeitos com a experiência recreativa na praia e se mostraram satisfeitos com os parâmetros característicos do ambiente recreativo. Neste contexto, 13 em 16 variáveis que caracterizam a praia e a experiência recreativa foram importantes, embora somente três tenham correspondido às expectativas dos utilizadores da praia. Assim, oito variáveis foram consideradas estáveis, cinco foram consideradas supérfluas e as restantes três foram consideradas não importantes.

Boa parte dos respondentes (117 de 217) foi capaz de indicar um limite máximo de outros utilizadores que gostariam de encontrar na praia, ao mesmo tempo. Neste contexto praias desertas e superlotadas não foram consideradas agradáveis, tendo a capacidade de carga social sido estabelecida entre 89 e 355 pessoas em simultâneo. Estes resultados sugerem que ambos grupos

ainda estão em coexistência pacífica na Praia do Tofo, com interação agradável entre os grupos.

## Appendix

Supporting Information associated with this article is available on-line at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-537\\_Zacarias\\_Supporting-Information.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-537_Zacarias_Supporting-Information.pdf)

## Agradecimentos

Este artigo apresenta parte dos resultados integrados no projeto de gestão de praias em Moçambique que o autor desenvolve na Escola Superior de Hotelaria e Turismo de Inhambane, unidade orgânica da Universidade Eduardo Mondlane. O interesse por esta área de pesquisa é fruto do trabalho de dois mentores, Prof. Allan Williams (Swansea University) e Prof. Alice Newton (Universidade do Algarve), cujo mérito em treinamento é aqui reconhecido. Extensivos comentários do editor e de dois revisores contribuíram de forma significativa para o melhoramento deste artigo.

## References

- Agardy, T.; Alder, J. (Lead Authors) (2005) - Coastal systems. In: Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*, pp.513-549, Island Press, Washington, D.C., U.S.A. ISBN: 1597260401. Disponível on-line em <http://www.unep.org/maweb/documents/document.288.aspx.pdf>
- Ahmad, S.; Afthanorham, W.M.A.B.W. (2014) - The importance-performance matrix analysis in partial least square structural equation modelling (pls-sem) with SMARTPLS 2.0 m3. *International Journal of Mathematical Research* (ISSN: 2306-2223) 3(1):1-14, Pak Publishing, Abbasia Town, Punjab, Pakistan. Disponível on-line em [http://www.pakinsight.com/pdf-files/ijmr-2014-3\(1\)-1-14.pdf](http://www.pakinsight.com/pdf-files/ijmr-2014-3(1)-1-14.pdf)
- Albuquerque, H.C.C. (2004) - *Turismo Sustentável nas Zonas Costeiras: o Caso das Praias de Mira*. 157p. + anexos, Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. Disponível on-line em <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/3955/1/tese.pdf>
- Ap, J. (1992) - Resident's perceptions on tourism impacts. *Annals of Tourism Research*, 19(4):665-690. DOI: 10.1016/0160-7383(92)90060-3
- Argardy, T.M. (1993) - Accommodating ecotourism in multiple use planning of coastal and marine protected areas. *Ocean and Coastal Management*, 20(3):219-239. DOI: 10.1016/0964-5691(93)90068-A
- Ariza, E.; Ballester, R.; Rigall-I-Torrent, R.; Saló, A.; Roca, E.; Villares, M.; Jiménez, J.A.; Sardá, R. (2012) - On the relationship between quality, users' perception and economic valuation in NW Mediterranean beaches. *Ocean and Coastal Management*, 63:55-66. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2012.04.002
- Ascher, F. (1984) - *Tourisme, sociétés transnationales et identités culturelles*. 106p., UNESCO, Paris, França. ISBN: 9232020955. Disponível on-line em <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001896/189647fo.pdf>
- Azevedo, H.A.M.A.; Bias, E.S. (2011) - Environmental diagnostic model to support the environmental municipality planning: case study of Inhambane municipality in Mozambique. *Management of Environmental Quality*, 22(3):358-373. DOI: 10.1108/14777831111122923
- Azzopardi, E.; Nash, R. (2013) - A critical evaluation of importance-performance analysis. *Tourism Management*, 35:222-233. DOI: 10.1016/j.tourman.2012.07.007
- Baldissera, M.L.; Bahl, M. (2012) - *Turistas e moradores locais: Uma reflexão teórica dessa relação*. 13p., Anais do VII Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul "Turismo e Paisagem: relação complexa", Universidade de Caxias do Sul,

- Caxias do Sul, Brasil. Disponível on-line em [http://www.ucs.br/ucs/tpIVSeminTur%20eventos/seminarios\\_semintur/semin\\_tur\\_7/gt09/arquivos/09/01\\_26\\_16\\_Baldissera\\_Bahl](http://www.ucs.br/ucs/tpIVSeminTur%20eventos/seminarios_semintur/semin_tur_7/gt09/arquivos/09/01_26_16_Baldissera_Bahl)
- Bimonte, S. & Punzo, L.F. (2007) - The evolutionary game between tourists and resident populations and tourist carrying capacity. *International Journal of Technology and Globalisation*, 3(1):73-87. DOI: 10.1504/IJTG.2007.012361
- Bird, E.C.F. (1996) - *Beach management*. 281p., John Wiley and Sons, New York, USA. ISBN: 0471963372
- Brandolini, S.M.D.A.; Mosetti, R. (2005) - Social carrying capacity of mass tourism sites: theoretical and practical issues about its measurement. *Nota di Lavoro* (ISSN: 2037-1209), 144, 10p., Fondazione Eni Enrico Mattei, Milão, Itália. Disponível on-line em <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/12154/1/wp050144.pdf>
- Campos, D.F.; Marodin, T.G. (2013) - El uso de matrices de oportunidad para el análisis de los servicios hoteleros en la ciudad de Natal, Brasil. *Estudios y Perspectivas en Turismo* (ISSN 1851-1732) 22:661-681, Centro de Investigaciones y Estudios Turísticos, Buenos Aires, Argentina. Disponível on-line em <http://www.scielo.org.ar/pdf/eypt/v22n4/v22n4a04.pdf>
- Castellani, V.; Sala, S; Pitea, D. (2007) - A new method for tourism carrying capacity assessment. *Ecosystems and Sustainable Development VI. WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 106:365-374. DOI: 10.2495/ECO070341
- Cazalais, N. (2009) - L'espace touristique: relations entre residentes, visiteurs et paysages. *Ateliê Geográfico* (ISSN: 1982-1956) 3(2):179-193, Instituto de Estudos Socioambientais, Goiania, Goiás, Brasil. Disponível on-line em <http://www.revistas.ufg.br/index.php/atelie/article/view/7325/5339>
- Ceurvorst, R.L. & Needham, M.D. (2012) - Is "acceptable" really acceptable? Comparing two scales for measuring normative evaluations in outdoor recreation. *Leisure Sciences*, 34:272-279. DOI: 10.1080/01490400.2012.669697
- Chen, W.; Hong, H.; Zhang, L.; Hou, X.; Raymond, M. (2004) - Recreation demand and economic value: an application of travel cost method for Xiamen Island. *China Economic Review*, 15(4):398-406. DOI: 10.1016/j.chieco.2003.11.001
- Chu, R.K.S.; Choi, T. (2000) - An importance-performance analysis of hotel selection factors in the Hong-Kong hotel industry: a comparison of business and leisure travelers. *Tourism Management*, 21:363-377. DOI: 10.1016/S0261-5177(99)00070-9
- CSIL Centre for Industrial Studies & Touring Servizi (2008) - *O impacto do turismo nas zonas costeiras: aspectos relacionados com o desenvolvimento regional*. 97p., Centre for Industrial Studies (CSIL)/Touring Servizi, Parlamento Europeu, Bruxelas, Bélgica. Disponível on-line em [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004\\_2009/documents/dv/impactoftourismnoncoastalareas\\_1/impactoftourismnoncoastalareas\\_pt.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/dv/impactoftourismnoncoastalareas_1/impactoftourismnoncoastalareas_pt.pdf)
- Deery, M.; Jago, L.; Fredline, Z. (2012). Rethinking social impacts of tourism research: a new research agenda. *Tourism Management*, 33(1):64-73. DOI: 10.1016/j.tourman.2011.01.026
- Flores e Silva, Y. (2001). Pobreza, violência e crime: conflitos e impactos sociais do turismo sem responsabilidade social. In: M. Barretto, M. & A. Banducci Jr (Orgs.). *Turismo e identidade local: uma visão antropológica*, pp.175-193, Papirus Editora, Campinas, São Paulo, Brasil. ISBN: 8530806336
- Fratucci, A.C. (2000) - Os lugares turísticos: territórios do fenómeno turístico. *GEOgraphia* (ISSN: 0039-341x), 4:129-133. Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. Disponível on-line em <http://www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/view/45/43>
- Freitag, T.G. (1994) - Enclave tourism development for whom the benefits roll? *Annals of Tourism Research*, 21(3):538-554. DOI: 10.1016/0160-7383(94)90119-8
- Gomes, J.S. (2013) - Impactos do turismo na identidade cultural. *Exedra Revista Científica* (ISSN: 1646- 9526), 7:19-24. Escola Superior de Educação de Coimbra, Coimbra, Portugal. Disponível on-line em <http://www.exedrajournal.com/wp-content/uploads/2014/08/02AH-v2.pdf>
- Hoguane, A.M. (2007) - Perfil diagnóstico da zona costeira de Moçambique. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 7(1):69-82. DOI: <http://dx.doi.org/10.5894/rgci11>
- Hollenhorst, S.; Olson, D. & Fortney, R. (1992) - Use of importance-performance analysis to evaluate State Park Cabins: the case of the West Virginia State Park System. *Journal of Park and Recreation Administration* (ISSN: 0735-1968) 10(1):1-11, American Academy for Park and Recreation Administration, Mahomet, Illinois, USA. Disponível on-line em <http://js.sagamorepub.com/jpra/article/view/1823>
- Houston, J.R. (2008) - The economic value of beaches – a 2008 update. *Shore and Beach* (ISSN 0037-4237) 76(3):22-26, American Shore and Beach Preservation Association, Fort Myers, Florida, USA. Disponível on-line em [http://www.lee-county.com/gov/dept/naturalresources/documents/economic\\_value\\_of\\_beaches\\_\(2008\)\\_coe\\_jhouston.pdf](http://www.lee-county.com/gov/dept/naturalresources/documents/economic_value_of_beaches_(2008)_coe_jhouston.pdf)
- Jovicic, D. and Dragin, A. (2008) - The assessment of carrying capacity – a crucial tool for managing tourism effects in tourist destinations. *TURIZAM* (ISSN 1450-6661) 12:4-11, University of Novi Sad, Faculty of Science, Novi Sad, Serbia. Disponível on-line em [http://www.dgt.uns.ac.rs/turizam/arhiva/vol1\\_1.pdf](http://www.dgt.uns.ac.rs/turizam/arhiva/vol1_1.pdf)
- Lopez-Bonilla, J.M. & Lopez-Bonilla, L.M. (2008) - Measuring social carrying capacity: an exploratory study. *Tourismos: an International Multidisciplinary Journal of Tourism* (ISSN: 1790-8418), 3(1):116-134, University of the Aegean, Lesvos, Grécia. Disponível online em <http://www.chios.aegean.gr/tourism/journal/vol3no1.pdf>
- Maio, I.P.; Barretto, M.; dos Santos, R. J. (2006) - Processos socioculturais do turismo na localidade receptora: o olhar de residentes sobre os visitantes da Ilha da Pintada/Porto Alegre/RS. *Turismo – Visão e Acção*, 8:235-252. DOI: 10.14210/rtva.v8n2.p235-252
- Manning, R.; Valliere, W.; Minter, B.; Wang, B. & Jacobi, C. (2000) - Crowding in parks and outdoor recreation: a theoretical, empirical and managerial analysis. *Journal of Park and Recreation Administration* (ISSN: 0735-1968), 18(4):57-72, American Academy for Park and Recreation Administration, Mahomet, Illinois, USA. Disponível on-line em <http://js.sagamorepub.com/jpra/article/view/1593>
- Manning, R.; Wang, B.; Valliere, W.; Lawson, S. & Newman, P. (2002) - Research to estimate and manage carrying capacity of a tourist attraction: a study of Alcatraz Island. *Journal of Sustainable Tourism*, 10(5):388-404. DOI: 10.1080/09669580208667175
- Manning, R.E. (2007) - *Parks and carrying capacity: commons without tragedy*. 328p., Island Press, Washington, DC, USA. ISBN: 1559631058
- Manning, T. (1999) - Indicators of tourism sustainability. *Tourism Management*, 20(2):179-181. DOI: 10.1016/S0261-5177(98)00084-3
- Mathieson, A.; Wall, G. (1982) - *Tourism: economic, physical and social impacts*. 216p., Prentice Hall, New York, USA. ISBN: 0582300614
- McCool, S.F.; Lime, D.W. (2001) - Tourism carrying capacity: tempting fantasy or useful reality? *Journal of Sustainable Tourism*, 9:372–388. DOI: 10.1080/09669580108667409
- Ministério do Turismo (2003) – *Plano estratégico para o desenvolvimento do turismo em Moçambique (2004-2013)*. 88p., Ministério do Turismo, Maputo, Moçambique. Disponível on-line em

- [http://www.portaldogoverno.gov.mz/docs\\_gov/estrategia/turismo/Plano\\_Estrategico\\_pt\\_MITUR.pdf](http://www.portaldogoverno.gov.mz/docs_gov/estrategia/turismo/Plano_Estrategico_pt_MITUR.pdf)
- Murdy, S.; Pike, S. (2012) - Perceptions of visitor relationship marketing opportunities by destination marketers: an importance-performance analysis. *Tourism Management*, 33:1281-1285. DOI: 10.1016/j.tourman.2011.11.024
- Needham, M.D.; Rollins, R.B.; Vaske, J.J. (2004) - Site-specific encounters, norms and crowding of summer visitors at alpine ski areas. *International Journal of Tourism Research*, 6(6):421-437. DOI: 10.1002/jtr.504
- Needham, M.D.; Szuster, B.W.; Bell, C.M. (2011) - Encounter norms, social carrying capacity indicators and standards of quality at a marine protected area. *Ocean and Coastal Management*, 54: 633-641. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2011.06.004
- Needham, M.D.; Tynon, J.F.; Ceurvorst, R.L.; Collins, R.L.; Connor, W.M.; Culnane, M.J.W. (2008a) - *Recreation carrying capacity and management at Kailua Beach Park on Oahu, Hawaii*. 66p. + anexos, Hawaii Coral Reef Initiative – Research Program, Oregon State University, Corvallis, Oregon, EUA. Disponível on-line em <http://fes.forestry.oregonstate.edu/sites/fes.forestry.oregonstate.edu/files/PDFs/TynonKailua.pdf>
- Needham, M.D.; Tynon, J.F.; Ceurvorst, R.L.; Collins, R.L., Connor, W.M.; Culnane, M.J.W. (2008b) - *Recreation carrying capacity and management at Pupukea Marine Life Conservation District on Oahu, Hawaii*. 80p. + anexos, Hawaii Division of Aquatic Resources, Oregon State University, Corvallis, Oregon, EUA. Disponível on-line em <http://fes.forestry.oregonstate.edu/sites/fes.forestry.oregonstate.edu/files/PDFs/TynonPupukea.pdf>
- Nelson, C.; Morgan, R; Williams, A.T.; Wood, J. (2000) - Beach awards and management. *Ocean and Coastal Management* 43:87-98. DOI: 10.1016/S0964-5691(99)00068-X
- Pereira da Silva, C. (2002) - Beach carrying capacity assessment: how important is it? *Journal of Coastal Research* (ISSN 0749-0208): S136:190-197, Florida, USA. Disponível on-line em <http://www.science.ulst.ac.uk/ics2002/carlos%20da%20silva.pdf>
- Pires, E.V. (2004) - Impactos socio-culturais do turismo sobre as comunidades receptoras: uma análise conceitual. *Caderno Virtual de Turismo* (ISSN: 1677-6976) 4(3):14-18. Laboratório de Tecnologia e Desenvolvimento Social, Ilha do Fundao, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível on-line em <http://www.ivt.coppe.ufrj.br/caderno/index.php?journal=caderno&page=article&op=view&path%5B%5D=58&path%5B%5D=53>
- Roca, E.; Riera, C.; Villares, M.; Fragell, R. Junyent, R. (2008) - A combined assessment of beach occupancy and public perceptions of beach quality: a case study in the Costa Brava, Spain. *Ocean and Coastal Management*, 51: 839-846. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2008.08.005
- Roca, E.; Villares, M.; Ortego, M.I. (2009) - Assessing public perceptions on beach quality according to beach users' profile: a case study in the Coasta Brava (Spain). *Tourism Management*, 30:598-607. DOI: 10.1016/j.tourman.2008.10.015
- Rothman, R.A. (1978) - Residents and transients: community reactions to seasonal visitors. *Journal of Travel Research*, 16(3):8-13. DOI: 10.1177/004728757801600303
- Saveriades, A. (2000) - Establishing the social tourism carrying capacity for the tourist resorts of the east coast of the Republic of Cyprus. *Tourism Management*, 21:147-156. DOI: 10.1016/S0261-5177(99)00044-8
- Shelby, B. & Heberlein, T. (1986) - Carrying capacity in recreation settings. 164p., Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, USA. ISBN: 9780870714269
- Siegenthaler, K.L. (1994) - Importance-performance analysis: application to senior programs evaluation. *Journal of Park and Recreation Administration* (ISSN: 0735-1968) 12(3):57-70. American Academy for Park and Recreation Administration, Mahomet, Illinois, USA. Disponível on-line em <http://js.sagamorepub.com/jpra/article/view/1756>
- Slack, N. (1994) - The importance-performance matrix as a determinant of improvement priority. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(5):59-75. DOI: 10.1108/01443579410056803
- Tarrant, M.A.; English, D.B.K. (1996) - A crowding-based model of social carrying capacity: applications for Whitewater boating use. *Journal of Leisure Research* (ISSN: 0022-2216) 28(3):155-168, Sagamore Journals, Northern Federal District, Illinois, USA. Disponível on-line em <http://js.sagamorepub.com/jlr/article/view/833>
- van den Berghe, P.L. (2009) - The quest for the other: ethnic tourism in San Cristóbal, Mexico. *American Anthropologist*, 97(3):615-616. DOI: 10.1525/aa.1995.97.3.02a00560
- Vaske, J.J.; Donnelly, M.P. (2002) - Generalizing the encounter-norm-crowding relationship. *Leisure Services*, 24:255-270. DOI: 10.1080/01490400290050718
- Walpole, M.J, Goodwin, H.J (2000) - Local economic impacts of dragon tourism in Indonesia. *Annals of Tourism Research*, 27:559-576. DOI: 10.1016/S0160-7383(99)00088-2
- Williams, A.T.; Micallef, A. (2009) - *Beach management: principles and practice*. 480p., Earthscan, Abingdon, UK. ISBN: 1849770034
- Zacarias, D.A. (2013) - Avaliação da capacidade de carga turística para gestão de praias em Moçambique: o caso da Praia do Tofo. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 13(2):205-214. DOI: 10.5894/rgci345
- Zamani-Farahani, H.; Musa, G. (2012). The relationship between Islamic religiosity and residents' perceptions of socio-cultural impacts of tourism in Iran: Case studies of Sare'in and Masooleh. *Tourism Management*, 33(4):802-814. DOI: 10.1016/j.tourman.2011.09.003



## Uso do geoprocessamento para definição de áreas para o cultivo de ostras na região estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil \*

Fátima L. Collaço<sup>@, a</sup>; Sílvia M. Sartor<sup>b</sup>; Edison Barbieri<sup>a</sup>

### RESUMO

A maioria dos estoques pesqueiros tradicionais encontra-se em declínio em decorrência da crescente expansão das atividades antrópicas na zona costeira, propiciando outras formas de produção de alimento e de geração de renda, tal como a maricultura. Nesse panorama, o desenvolvimento de instrumentos gerenciais para a zona costeira mostra-se necessário, já que sua ausência pode causar prejuízos irremediáveis aos ambientes costeiros e à vida aquática. Técnicas de geoprocessamento vêm sendo amplamente utilizadas nas mais diversas atividades econômicas e governamentais, fornecendo informações adequadas de planejamento e gestão de territórios e projetos. Quando aplicadas de forma coerente, essas técnicas podem contribuir para a sustentabilidade aquícola de uma área. O objetivo deste estudo foi desenvolver um instrumento gerencial para o planejamento da maricultura através do uso de geoprocessamento para o cultivo de ostras na região estuarina lagunar de Cananéia. Os dados obtidos através de pesquisas bibliográficas, legislação brasileira vigente, agências ambientais, Carta Náutica, restituição de imagens de satélite e coletas em campo foram organizados em um gerenciador de banco de dados geográficos. Após esse procedimento, analisou-se através da geoestatística, interpolação, análise de distância e análise de densidade, definiram-se áreas propícias ou ideais para o cultivo da ostra *Crassostrea brasiliana*, o que resultou na elaboração dos mapas: Mapa Ambiental, Mapa das rotas de navegação, Mapa de Conflito de Usos, Conflitos com interesses das Unidades de Conservação, Mapa Socioeconômico, Mapa Logístico, Mapa de potencial para a maricultura. Na elaboração do Banco de Dados Geográficos, foram considerados critérios ambientais, socioeconômicos e logísticos. Como resultado, obteve-se áreas propícias para o cultivo da ostra que apresentam boa qualidade de água, que ainda não são exploradas pela atividade e que podem vir a ser.

**Palavras-chave:** SIG, litoral sul de São Paulo, maricultura, ostricultura, gerenciamento costeiro

### ABSTRACT

*Use of GIS for defining areas for the cultivation of oysters in the estuarine region of Cananéia, São Paulo, Brazil*

*Most traditional fish stocks is declining as a result of the expansion of human activities in the coastal zone, providing other forms of food production and generation of income, such as mariculture. In this scenario, the development of management tools for coastal zone has become necessary, since its absence can cause irreparable damage to coastal environments and aquatic life. GIS techniques have been widely used in various economic and governmental activities, providing adequate information for planning and management of projects and territories. When applied consistently, these techniques can contribute to the sustainability of aquaculture area. The aim of this study was to develop an instrument for planning mariculture through the use of GIS for the cultivation of oysters in the estuarine region of Cananéia. The data obtained through literature searches, current Brazilian legislation, environmental agencies, Nautical chart, restitution of satellite images and field collections were*

<sup>@</sup> Corresponding author to whom correspondence should be addressed.

<sup>a</sup> Instituto de Pesca, Programa de Pós Graduação (APTA – SAA/SP), AV. Prof. Besnard s/n. Caixa Postal 157. CEP 11990-000. Cananéia, SP, Brasil. e-mail: Collaço <fatinalis@gmail.com>; Barbieri <edisonbarbieri@yahoo.com.br>

<sup>b</sup> Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Avenida Prof. Luciano Gualberto, 380, travessa 3 - CEP 05508-010. Butantã, São Paulo - SP, Brasil. e-mail: Sartor <silvisartor@gmail.com>

Submission: 19 JUN 2014; Peer review: 19 JUL 2014; Revised: 5 SEP 2014; Accepted: 26 NOV 2014; Available on-line: 3 DEC 2014

This article contains supporting information online at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-527\\_Collaco\\_SuplMat](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-527_Collaco_SuplMat)



organized into a manager geographic database. These data were then analyzed using geostatistical interpolation, analysis of distance and density analysis, allowing a favorable or ideal definition for areas of cultivation of oyster *Crassostrea brasiliana*. After this procedure the following maps were drawn: map of environmental navigation routes, map of conflicting uses, map of conflicts with the interests of the conservation units, social economic map, logistic map, map of potential form ariculture. In preparing Geographical Database, the environmental, socioeconomic and logistic were taken into consideration. The study pointed out areas conducive to the cultivation with good quality of water, which are not yet explored by the activities that can be used for mariculture. This work developed a structure of geographic database, which will be available to decision makers and shellfishermen in the region, which may be updated when new data become available.

**Keywords:** GIS, São Paulo, mariculture, oyster farm, coastal management

## 1. Introdução

A produção pesqueira mundial encontra-se estabilizada, e o declínio observado nos estoques pesqueiros tradicionais deve-se principalmente à sobrepesca e à destruição de habitats na zona costeira (FAO, 2012).

Diante das projeções de crescimento populacional e do declínio da pesca, visando prover a demanda futura por alimentos, prevê-se um aumento da procura de produtos pesqueiros, favorecendo o aumento de empreendimentos para o cultivo de espécies aquáticas em cativeiro (FAO, 2013). A aquicultura já é responsável pela produção da metade do peixe consumido pela população mundial. De acordo com estudos, a produção de peixes através de aquicultura triplicou entre 1995 e 2007 (FAO, 2013).

Seguindo nessa direção, como sugerem Brandini *et al.* (2007), há uma tendência de o cultivo de recursos marinhos assumir um papel de liderança entre as atividades produtivas no mar territorial brasileiro. A própria indústria pesqueira vê na maricultura um substituto potencial para seus lucros em longo prazo, e países desenvolvidos investem milhões em recursos financeiros na produção de algas, peixes e frutos do mar com tecnologia em escala comercial.

O cultivo de moluscos bivalves representa uma grande parte da produção mundial de produtos marinhos, especialmente por ofertar baixos custos para sua instalação e seu manuseio (Christo, 2006). Quando instalados em ambientes protegidos, podem obter um alto índice de rentabilidade. Em 2008, a produção de moluscos cultivados foi de 13,1 milhões de toneladas (FAO, 2010), aumentando em 2010 para 14,2 milhões de toneladas (FAO, 2012).

As características geográficas, biológicas e culturais da região estuarina-lagunar de Cananéia-Paranaguá a tornam propícia ao desenvolvimento da maricultura, principalmente de moluscos bivalves, conciliando a permanência das comunidades tradicionais e a preservação do ambiente. Assim sendo, a ostreicultura é considerada uma das principais atividades aquícolas de Cananéia, explorada comercialmente desde a década de 1940 (Machado *et al.*, 2013). Sob o ponto de vista bioecológico, a região tem importante papel na produção de matéria orgânica. Além disso, trata-se de um estuário,

que reconhecidamente já é ambiente de alta produção primária (Day *et al.*, 1989). Esse conjunto de condições propícias é importante para a formação de um criadouro para um elevado número de espécies de peixes, crustáceos e moluscos bivalves de interesse comercial (Barbieri & Cavaleiro, 1999).

Atualmente, apenas 40% da produção total de ostras de Cananéia são provenientes de viveiros de “engorda” (Henriques *et al.*, 2010). O sistema de viveiros de “engorda” é uma forma de manejo em que as ostras são extraídas do ambiente natural com tamanho entre 5 e 10 cm (Portaria SUDEPE nº 40 de 1986) e dispostas em estruturas até atingirem o tamanho comercial. Duas espécies nativas de ostras ocorrem em Cananéia, a *Crassostrea rhizophorae* e a *Crassostrea brasiliana*, conhecidas como Ostras do Mangue e encontradas em regiões de baixa e média salinidade (Barbieri *et al.*, 2014). Para efeitos deste trabalho, optou-se por trabalhar com a *C. brasiliana*, que é de distribuição mais ampla no estuário e tolera uma variação maior de salinidade (Galvão *et al.*, 2000).

Devido à sua alta capacidade de filtração durante o processo de alimentação, as ostras podem acumular bactérias, metais pesados, organoclorados, bem como outros poluentes nos tecidos, caso o ambiente sofra algum tipo de ação antrópica poluidora (Barros & Barbieri, 2012; Doi *et al.*, 2014; Reigala *et al.*, 2014), justificando, assim, a necessidade de um bom planejamento e controle sanitário das áreas de cultivo.

O aumento da atividade de maricultura sem planejamento pode ocasionar diversos riscos ao ambiente e à saúde humana, pelo simples fato de os cultivos serem realizados na ausência, principalmente, de um sistema eficaz de monitoramento da qualidade das águas. Em 2003, Curtis (2003) relatou que a qualidade da água tem sido colocada em primeiro plano nos debates sobre política de fomento às atividades de maricultura no Estado de Santa Catarina. Esse fato decorre do entendimento da magnitude dos riscos gerados pela presença de metais e semi-metais, substâncias químicas e bactérias na água em que existe atividade de maricultura. Assim sendo, o monitoramento da qualidade do ambiente onde se localiza o cultivo é de suma importância para a certificação sanitária e a sanidade do produto direcionado ao mercado consumidor.

O monitoramento da qualidade ambiental, principalmente com relação à presença de coliformes termotolerantes, além da presença de atividades potencialmente poluidoras e de usos concorrentes com a maricultura, deve ser considerado na escolha de uma área para ostras. Nesse sentido, o presente estudo propõe a criação de um banco de dados geográficos com variáveis ambientais e microbiológicas que podem contribuir com o planejamento da maricultura no estuário de Cananéia.

O desenvolvimento de instrumentos gerenciais para a zona costeira se mostra necessário, já que sua falta pode causar prejuízos irremediáveis aos ambientes costeiros e à vida aquática, como, por exemplo, a implantação de cultivos muito além da capacidade de suporte do ambiente. Assim sendo, o SIG (Sistema de Informações Geográficas) vem sendo amplamente proposto por vários países nas últimas décadas para o planejamento das atividades aquícolas nas regiões litorâneas (Scott & Vianna, 2001; Simms, 2002; Scott, 2003; Macleod, 2002; Freitas *et al.*, 2009; Farias *et al.*, 2010; Bezerra *et al.*, 2011; Vianna *et al.* 2012). Nath *et al.* (2000) avaliaram o uso de SIG como suporte à decisão na aquicultura e apontaram forte tendência de crescimento do seu uso como componente de sistemas de apoio à decisão.

O método AHP – processo de análise hierárquica, método de multicritério de apoio à tomada de decisões, se baseia na divisão do problema em níveis hierárquicos, determinando, de forma clara e por meio da síntese dos valores dos agentes de decisão, uma medida global para cada uma das alternativas, classificando ao finalizar o método (Marins *et al.*, 2009). Esse método, aliado a SIG's, foi utilizado no planejamento da maricultura por diversos autores (Farias *et al.*, 2010; Bezerra *et al.*, 2011; Teixeira *et al.*, 2012).

Segundo a FAO (2013), em publicação que trata do ordenamento do território para apoiar a abordagem ecossistêmica na aquicultura, descreve a situação atual do uso de SIG nessa área, concluindo que, apesar de amplamente aplicada para a identificação de áreas propícias para cultivos, não considera todos os setores econômicos e sociais.

Além disso, o estabelecimento de bases sustentáveis para a correta escolha de locais para instalação de cultivos só será possível através do entendimento da relação entre a exigência fisiológica do organismo aquático e as condições ambientais, maximizando a eficiência da maricultura, de forma a otimizar o uso de áreas, para produzir o máximo de organismos com o mínimo de custo social e ambiental.

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um instrumento gerencial para o planejamento do cultivo de ostras na região estuarina de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil, utilizando geoprocessamento e considerando critérios ambientais, socioeconômicos e logísti-

cos para identificar áreas propícias para cultivar a *Crasostrea spp.*, de forma a compatibilizá-los com outras atividades, buscando manter a qualidade ambiental da região.

## 2. Métodos

A área de abrangência deste projeto foi o estuário do município de Cananéia/SP, delimitada pelos paralelos 25° 19' 00" S e 24° 52' 30" S e pelos meridianos 48° 15' 00" W e 47° 38' 20" W (Figura 1).

Visando padronizar os procedimentos para o planejamento da maricultura, o presente trabalho propôs utilizar o geoprocessamento na concepção de um modelo conceitual por processo analítico hierárquico - AHP. Essa metodologia foi proposta por Vianna (2007), considerada mais adequada para a realidade, diante da carência de dados de monitoramento de ambientes costeiros no Brasil.

Para a modelagem dos dados, foi utilizado o software gvSIG versão 1.11 (GVSIG, 2011). Uma Base de Dados Geográfica - BDG (Gazola e Furtado, 2007) foi estruturada para armazenar, editar, relacionar e analisar os dados. O sistema adotado foi Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000.

Foram feitas análises através de um modelo conceitual por processo analítico hierárquico – AHP, considerando as seguintes etapas: 1) Construção do modelo conceitual; 2) Levantamento de dados; 3) Estruturação de um BDG; 4) Aplicação do modelo; 5) Avaliação dos resultados; e 6) Validação utilizando os dados levantados em campo.

Para a elaboração deste trabalho, contou-se com levantamento de dados em campo, de março a dezembro de 2012, levantamento de dados bibliográficos e consulta a dados não publicados, obtidos junto a agências ambientais com atuação na região.

### 2.1. Modelo conceitual

Foi elaborada uma lista preliminar de variáveis com grau de ponderação para cada uma das áreas estudadas. As variáveis foram agrupadas nas categorias ambientais, socioeconômicas e logísticas, conforme descrito na Tabela 1, e avaliadas conforme a Figura 2. Os pesos foram definidos pelos autores, em que os maiores níveis representam as melhores soluções.

### 2.2. Descrição das variáveis

#### 2.2.1 Qualidade Microbiológica

A Resolução CONAMA nº 357 de 2005 define Águas Salobras como sendo "águas com salinidade igual ou inferior a 0.5 e 30", característica da região estudada.

Segundo essa mesma Resolução (seção II, alínea "g", do inciso I do art. 18), os padrões de qualidade mínima de águas salobras para a Classe 1, para o cultivo de

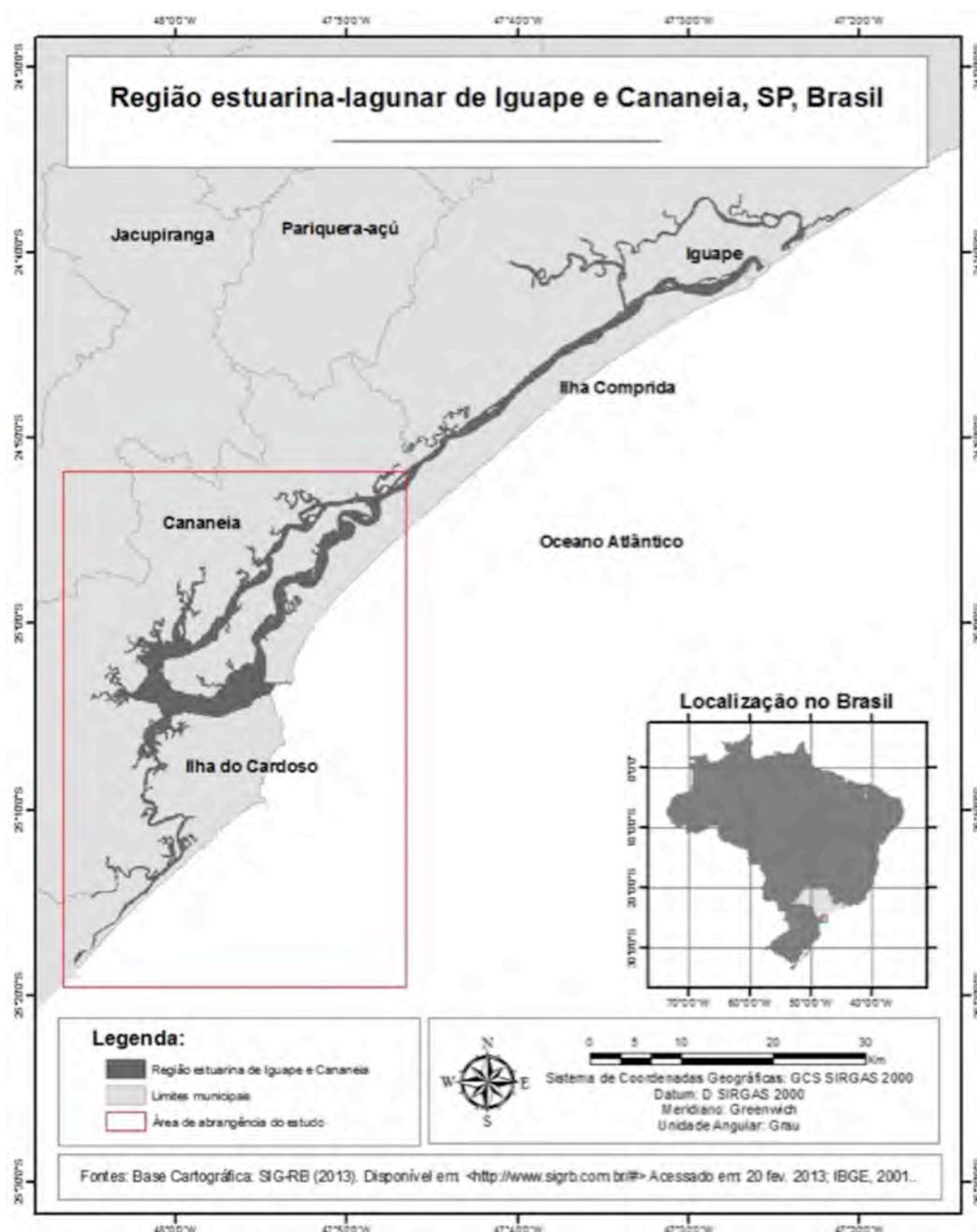


Figura 1 - Área de abrangência do estudo.

Figure 1 - Area covered by the study.

Tabela 1 - Variáveis utilizadas no Modelo Conceitual desenvolvido na avaliação de áreas propícias à maricultura de *Crassostrea brasiliana*.

Table 1 - Variables used in the conceptual model developed in the evaluation of suitable sites for mariculture of *Crassostrea brasiliana*.

Ambiental	1	Qualidade Microbiológica.
	2	Fontes de poluição ou potencialmente poluidoras.
	3	Batimetria ou profundidade (m).
Socioeconômico	4	Conflitos de uso (estruturas náuticas, rotas de navegação).
	5	Conflitos com interesses das Unidades de Conservação.
Logístico	6	Estrutura de apoio ao beneficiamento (fábrica de gelo, processadoras, depuradoras, entrepostos).
	7	Situação logística considerando pontos de comercialização, facilidade de escoamento.

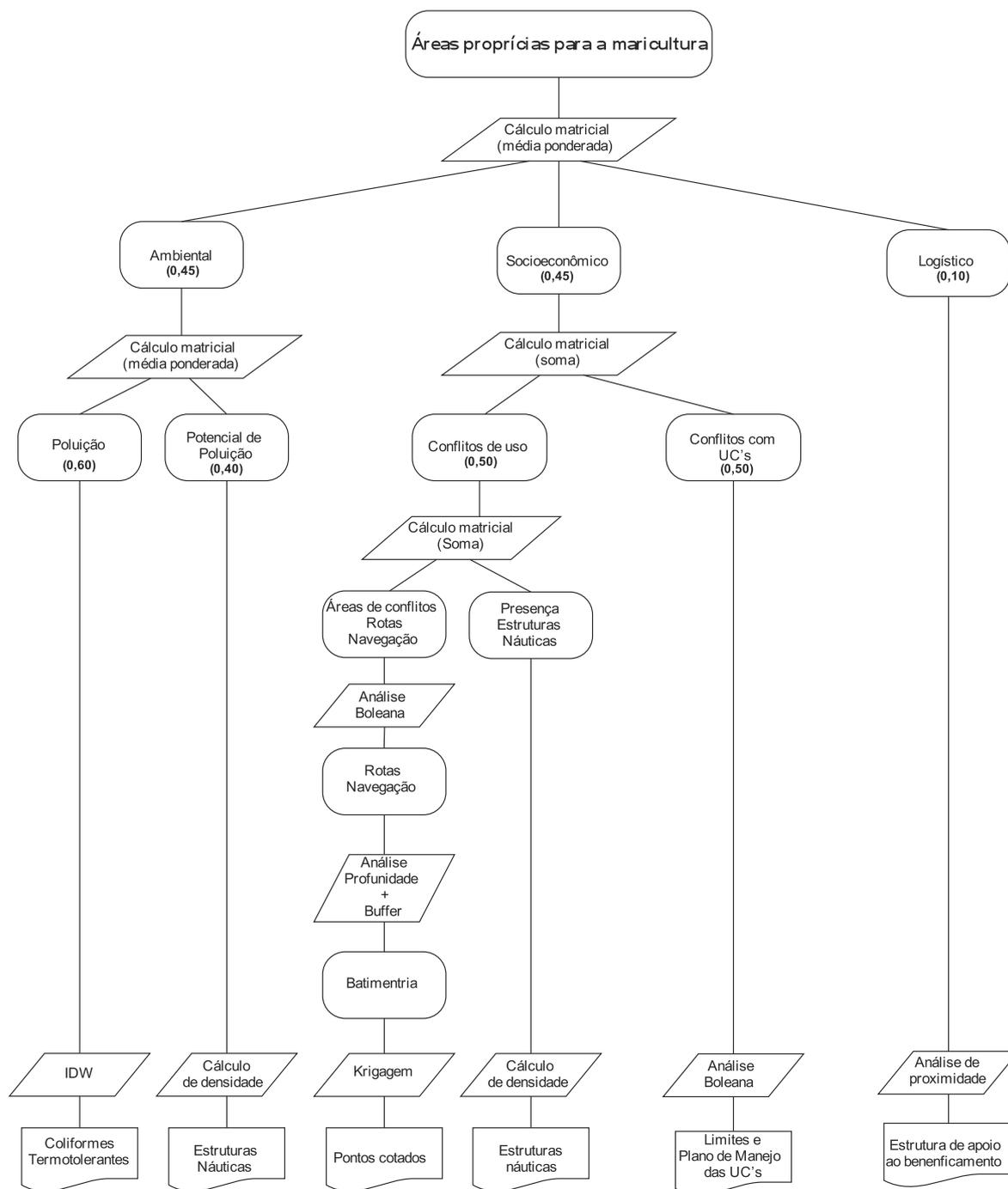


Figura 2 - Processo de análise espacial efetuado após a escolha das variáveis e a definição de seus pesos

Figure 2 - Process of spatial analysis conducted after the choice of the variables and the definition of their weights.

*moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentual 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras.*

Existem outros parâmetros de qualidade de água estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 de 2005

(substâncias orgânicas e inorgânicas). Porém, como o presente trabalho utilizou dados já existentes, eles não foram contemplados. Subentende-se que alguns tipos de contaminantes serão analisados através das variáveis relativas às fontes de poluição.

Os dados de contaminação por coliformes termotolerantes foram obtidos através de coletas mensais de água realizadas em 2012 pelo Instituto de Pesca na área de estudo. Trabalhou-se com as médias de cada um dos 10 pontos distintos (Tabela 2).

### 2.2.2. Fontes de poluição ou potencialmente poluidoras

Na região estudada, as fontes de poluição são efluentes domésticos não tratados que podem degradar a qualidade do ambiente e pontos com presença de estruturas que, por derivados de petróleo ou matéria orgânica, podem contaminar o ambiente aquático. Dessa forma, foram considerados potenciais para poluição: estação de tratamento de esgoto, posto de abastecimento náutico, trapiches, rampas e portos.

### 2.2.3. Batimetria

Foram consideradas as medições de profundidade realizadas durante as coletas de campo com o auxílio de ecossonda e da Carta Náutica Digital nº 1703 (Marinha, 2012), além de profundidades determinadas a partir de imagens do Google Earth®.

### 2.2.4. Conflitos de uso

Foram consideradas como atividades conflitantes com a maricultura rotas de navegação, estruturas náuticas e locais para banho (balneários). As atividades foram mapeadas através de arquivo kml fornecido pela CETESB (2011) e observações sobre imagens Google Earth®. As áreas com menor risco de conflitos sócio-econômicos seriam aquelas mais distantes dessas atividades.

### 2.2.5. Conflitos com interesses das Unidades de Conservação

A região é composta por um mosaico de Unidades de Conservação, podendo seus interesses ser conflitantes com a atividade de maricultura. Dessa forma, foram considerados os Planos de Manejos existentes e o tipo de Unidade de Conservação para determinação de áreas.

### 2.2.6. Estrutura de apoio ao beneficiamento

Fábricas de gelo, unidades de processamento de pescados, unidades depuradoras e entrepostos pesqueiros compõem um conjunto de estruturas de apoio ao beneficiamento que podem indicar facilidades na logística de produção em maricultura. Sendo assim, a proximidade dessas estruturas foi considerada como maior probabilidade de sucesso comercial.

### 2.2.7. Situação logística considerando pontos de comercialização, facilidade de escoamento

A comercialização geralmente é feita de forma direta aos consumidores e ocorre principalmente no verão. Porém, as áreas com maior probabilidade de sucesso comercial são aquelas que possuem maior proximidade e melhor acesso aos mercados consumidores e às unidades beneficiadoras.

## 2.3. Levantamento de dados

Os dados utilizados foram obtidos através das fontes citadas nas Informações de Suporte. Como eles foram adquiridos de diversas fontes, foi necessária a conversão de formatos e sistemas de projeção, georreferenciamento, tabulação de atributos e restituição, através de ferramentas de conversão de Datum e exportação de formato.

## 2.4. Geração dos mapas do modelo

A partir da elaboração de tabelas, os dados foram processados utilizando métodos geoestatísticos, gerando matrizes de interação. A partir dessas matrizes e com o uso de calculadora matricial, os mapas foram gerados.

O peso de cada mapa utilizado no cálculo está descrito na Figura 2.

Tabela 2 - Valor médio (n=12) de coliformes em NMP/100 de 2012, no estuário de Cananéia/SP.

Table 2 - Average value of coliform in NMP/100 of 2012, in the estuary of Cananeia/SP.

Local	Coordenadas geográficas		Média anual C. Termotolerantes (NMP/100), n=12
1. Mandira	48°02'05"	25°01'00"	20,5
2. Retiro	48°02'40"	25°09'95"	18,5
3. Itapitanguí	47°99'55"	24°99'59"	181,6
4. Cooperostra	47°91'05"	24°95'80"	70,5
5. Ilha da Casca	48°01'13"	25°09'15"	14,8
6. Pedrinhas	47°80'50"	24°89'22"	7,1
7. Mosqueteiro	47°94'83"	24°99'40"	268,3
8. Agrossolar	47°90'22"	24°96'75"	144,7
9. Pier da base do Instituto de Pesca	47°92'41"	25°01'95"	408,2
10. Taquari	48°02'68"	25°01'81"	82,8

### 3. Resultados

#### 3.1. Aplicação do modelo

Os mapas foram interpolados com o uso de calculadora de mapas, que permite atribuir pesos para cada uma das camadas.

##### 3.1.1. Mapa Ambiental

O Mapa Ambiental (Figura 3) foi gerado através da média ponderada, em uma calculadora matricial, dos mapas de Poluição e de Potencial de Poluição (Informações de Suporte III e IV).

Cada matriz (mapa raster) foi normalizada em valores entre 0 e 1, em que 1 é de maior potencial e 0 de menor potencial, e, posteriormente, foi gerada uma matriz que obedeceu às proporções registradas na Figura 2. Considerou-se Poluição as áreas com contaminação por coliformes termotolerantes e Potencial de Poluição os pontos com atividades de marina, saídas de esgoto e povoadamentos. Dessa forma, a poluição teve um peso maior na análise final por já estar, de alguma forma, presente no ambiente e representar risco à maricultura.

O Mapa de Poluição foi gerado através do método de interpolação inverso da distância ponderada - IDW, a

partir da média dos valores de contagens de coliformes termotolerantes, da localização de marinhas, das saídas de esgoto e dos povoadamentos, observados em amostras de água coletadas em 2012, através de monitoramento realizado pelo Instituto de Pesca em 10 pontos distintos na área de estudo (Tabela 2).

A presença de atividades potencialmente poluidoras na área pode representar risco à maricultura. Sendo assim, quanto maior a distância desses pontos, menor a probabilidade de contaminação, no caso de algum tipo de acidente. Foram mapeados trapiches, rampas e portos, a partir de imagens do Google Earth®, e também foram utilizados dados do levantamento de estruturas náuticas realizado pela Agência Ambiental da CESTEB de Registro, nos municípios de Cananéia e Ilha Comprida, em 2011.

Foi gerado um Mapa de Potencial de Poluição, considerando a densidade de estruturas náuticas. Para tanto, utilizou-se uma calculadora de densidade através de número de estruturas mapeadas.

O mapa Ambiental (Figura 3) foi elaborado através da análise de dados sobre a situação de contaminação por coliformes termotolerantes, além de mapear a presença de atividades potencialmente poluidoras (Informações de Suporte III e IV).

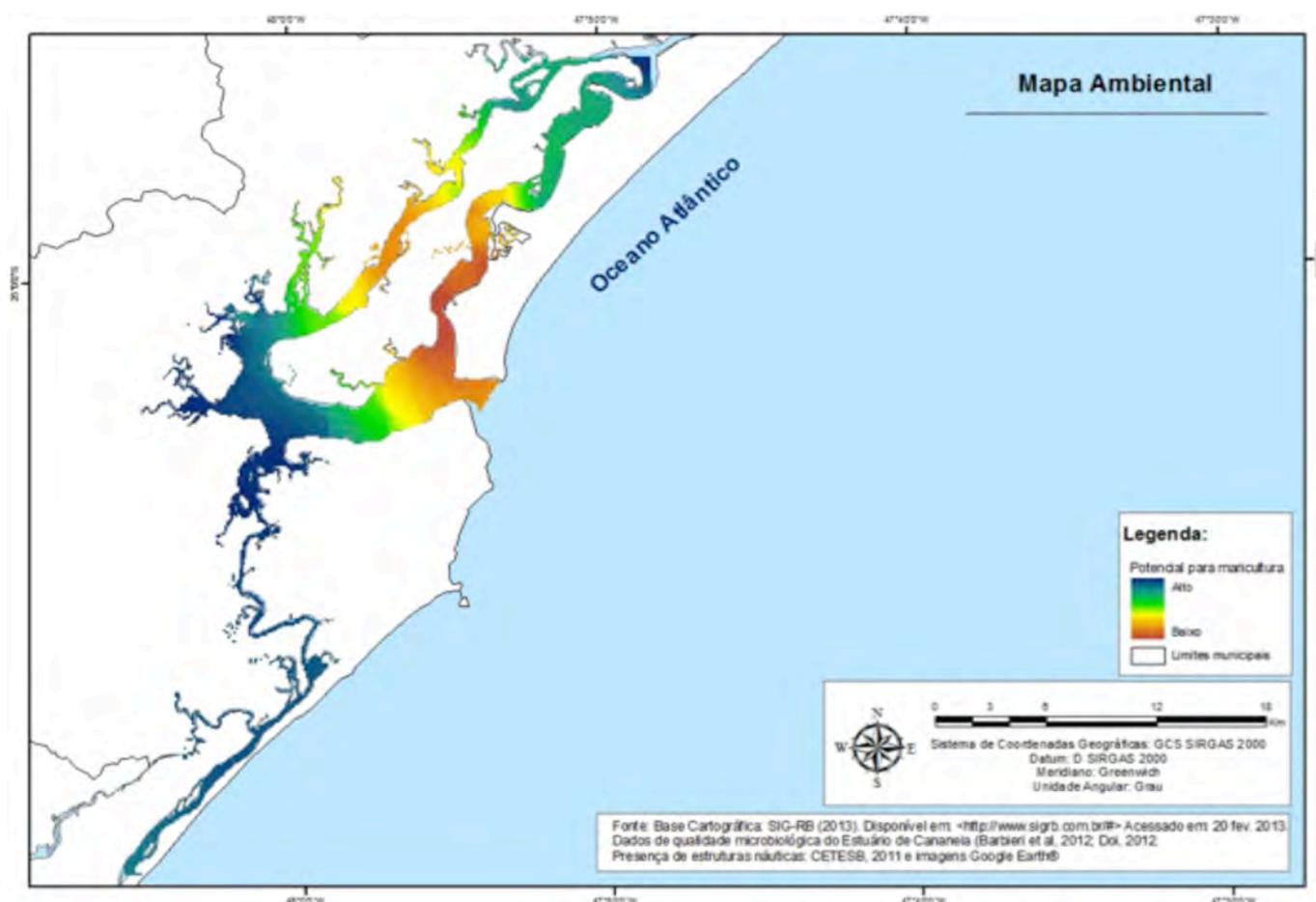


Figura 3 - Mapa Ambiental.

Figure 3 - Environmental Map.

O mapa ambiental visou identificar o grau de poluição da região de estudo. Dessa forma, quanto maior a distância das áreas com potencial de poluição, menor a probabilidade de contaminação dos cultivos.

Atividades náuticas podem causar a contaminação por derivados de petróleo, já a concentração de residências aliada à ineficiente rede de saneamento básico gera contaminação por matéria orgânica. O critério ambiental é essencial no cultivo de ostras, para garantir a qualidade higiênico-sanitária do alimento produzido.

### 3.1.2. Mapa das rotas de navegação

Considerando as áreas com maior profundidade, foram traçadas rotas de navegação, a partir da carta Náutica nº 1703 (Marinha do Brasil, 2012) e das observações das embarcações que navegam na região, além de dados obtidos em campo através de um GPS. Após as observações e o conhecimento da região, foi gerado o Mapa Rota de Navegação, com buffer de 100 metros de restrição (Informações de Suporte V).

### 3.1.3. Mapa de Conflito de Usos

A definição do canal de navegação e a densidade da presença de estruturas náuticas geraram o Mapa de Conflito de Usos (Informações de Suporte VI). As Uni-

dades de Conservação consideradas neste trabalho foram aquelas cujo território está inteiramente ou parcialmente inserido no ambiente aquático (Informações de Suporte VII). Sua categoria e a existência de um instrumento de gestão que pode gerar alguma restrição de uso (Informações de suporte / Supporting Information) foram utilizadas na análise.

### 3.1.4. Mapa de conflitos com interesses das Unidades de Conservação

Considerando as informações detalhadas em Informações de Suporte, gerou-se o Mapa de conflitos com interesses das Unidades de Conservação (Figura 4). As Reservas de Desenvolvimento Sustentáveis e Reservas Extrativistas foram consideradas áreas com restrição de uso, já que são restritas a grupos específicos.

O Mapa Socioeconômico (Figura 5) foi elaborado considerando as principais atividades que poderiam gerar algum tipo de conflito com a maricultura (estruturas náuticas, rotas de navegação e conflito com interesses de unidades de conservação).

### 3.1.5. Mapa Socioeconômico

Essas variáveis tiveram o mesmo peso na análise final, já que representam potencial de conflitos semelhante.

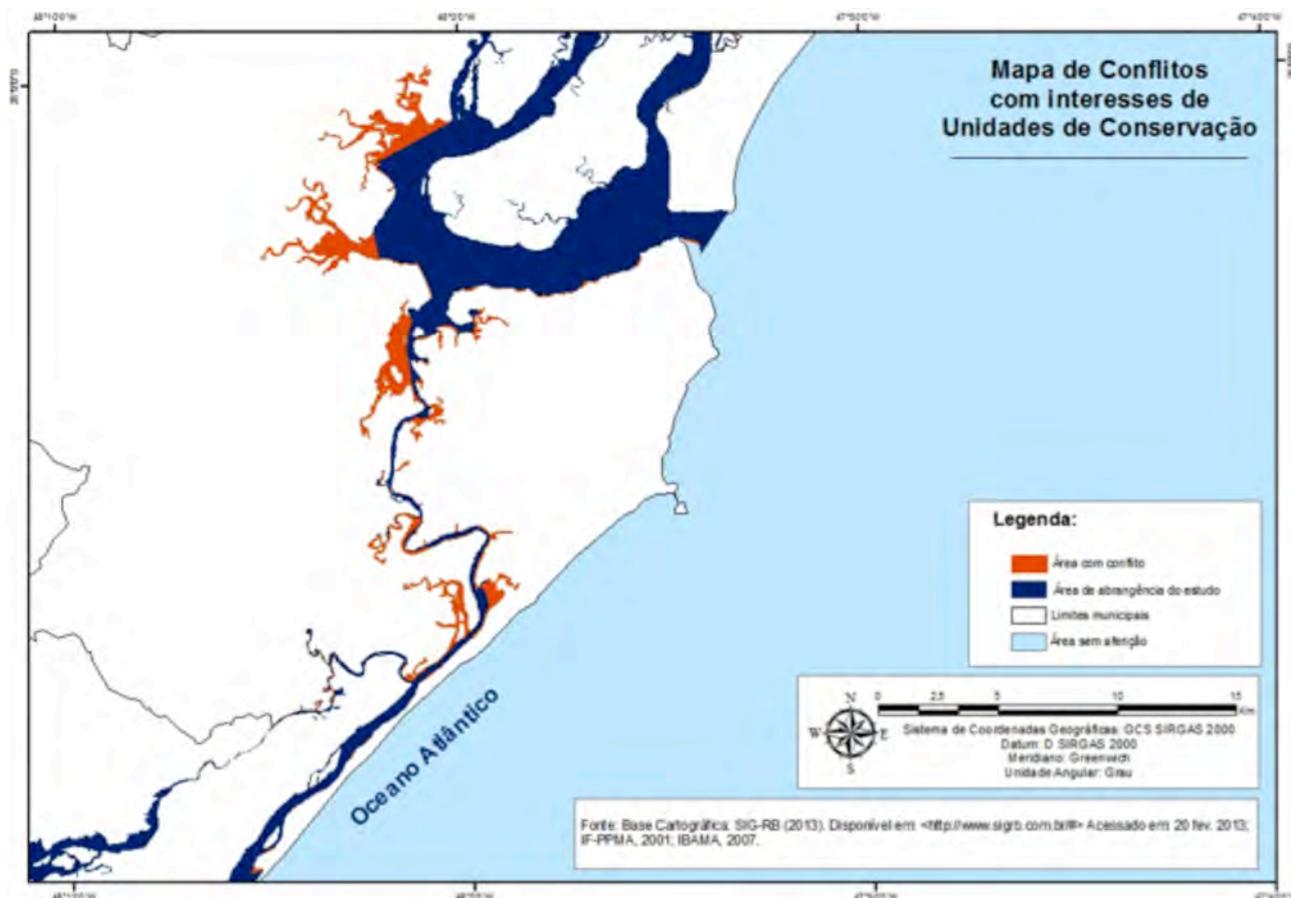


Figura 4 - Mapa de conflitos com interesses das Unidades de Conservação.

Figure 4 - Map of conflicts with interests of Protected Areas.

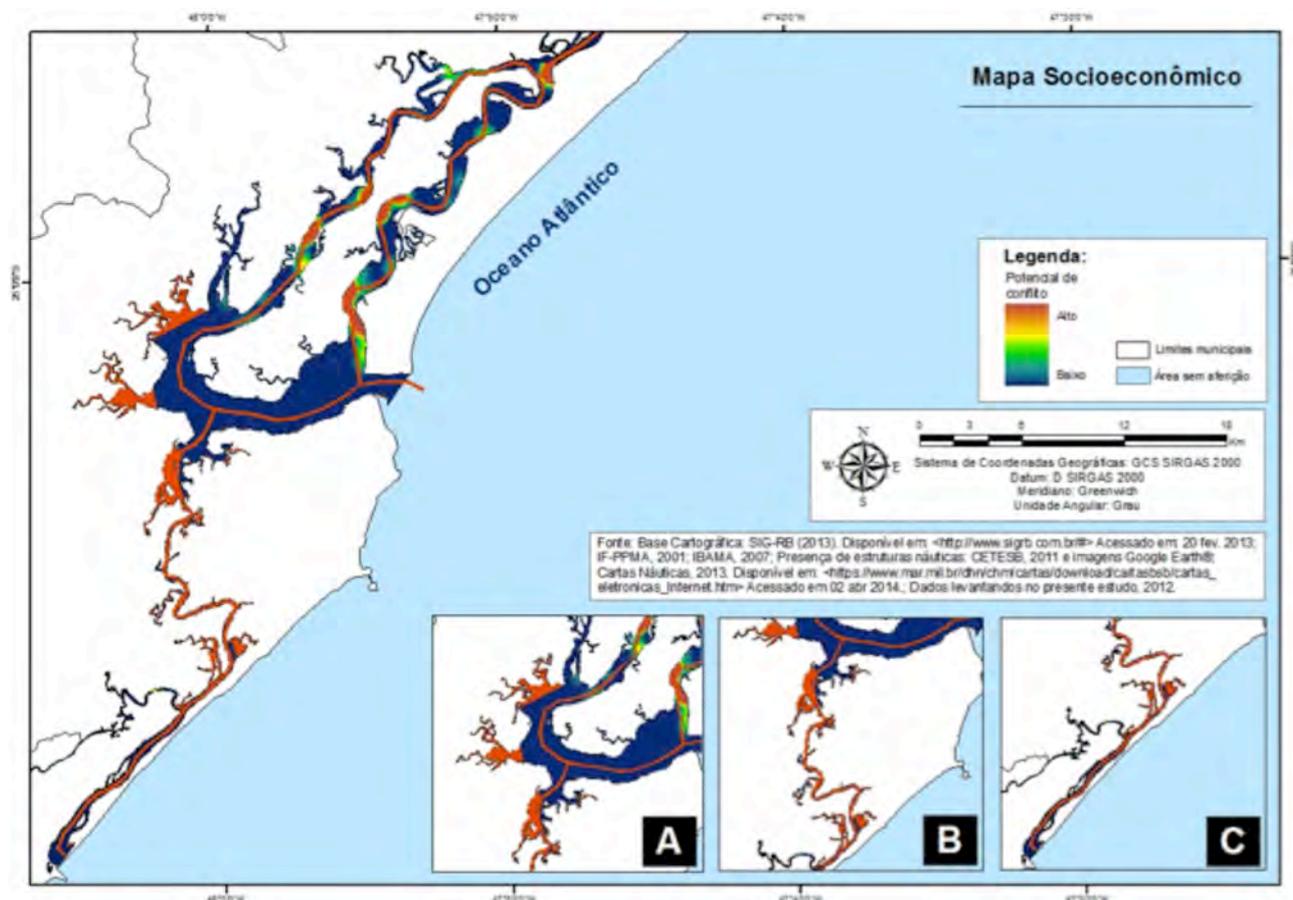


Figura 5 - Mapa Socioeconômico. Exibe o potencial de risco de conflito de interesses. A. Mandira e Itapitangui, B. Retiro, Itapanhapina e canal, C. canal até o Portal passando pelo Marujá.

Figure 5 - Map Socioeconomic. Displays the potential risk of conflict of interest. A. Mandira and Itapitangui, B. Retiro, Itapanhapina and channel, C. channel to the Portal through the Marujá.

Optou-se aqui por utilizar o método geoestatístico Booleano (Jakob, 2002) na ponderação das variáveis Rotas de Navegação e Conflitos com interesses de Unidades de Conservação, já que as restrições impedem o uso das áreas; sendo assim, quanto mais próximo dessas áreas, maior a probabilidade de haver algum tipo de conflito.

Para determinarmos a rota de embarcações, utilizou-se a Carta Náutica Digital nº 1703 (Marinha do Brasil, 2012) como base, além de dados coletados em campo para este trabalho, para determinação da profundidade da área. No interior do estuário, a distribuição dos pontos amostrais apresentou vazios em alguns pontos, principalmente nas áreas onde deságuam os rios e em áreas de mangues e areia, sendo representadas pelo *software* como áreas com profundidade com valor zero.

Assim sendo, baseado em imagens do Google Earth®, definiram-se pontos amostrais com valores de 0,5m e 0,1m às desembocaduras de rios, bancos de areia e mangue. Os dados foram interpolados utilizando-se o método geoestatístico Krigagem (Jakob, 2002, p.1) para a representação do terreno. Foi utilizado o método ordinário juntamente com o modelo de semi-variograma esférico. Os métodos geoestatísticos se baseiam nos

modelos estatísticos que incluem autocorrelação, tornando-os capazes não só de produzir um modelo de superfície, mas também de prover algumas medições de exatidão dessa superfície modelada (Freitas *et al.*, 2009).

A geração do mapa Socioeconômico (Figura 5) visou identificar as áreas com restrições para a finalidade de cultivos. Essa identificação se deu através da análise de conflitos com os interesses das Unidades de Conservação (Figura 4) e das rotas de navegação e estruturas náuticas já existentes (Informações de Suporte). Assim sendo, identificaram-se áreas restritas para a maricultura e áreas com potencial de conflitos, porém passíveis de uso.

### 3.1.6. Mapa Logístico

Considerou-se a proximidade do mercado consumidor, a facilidade de acesso e a presença de unidades de beneficiamento como critérios logísticos visando à viabilidade econômica.

Para o Mapa Logístico (Figura 6), foram consideradas as localizações de estruturas de apoio ao beneficiamento (fábrica de gelo, processadoras/indústrias de pesca,

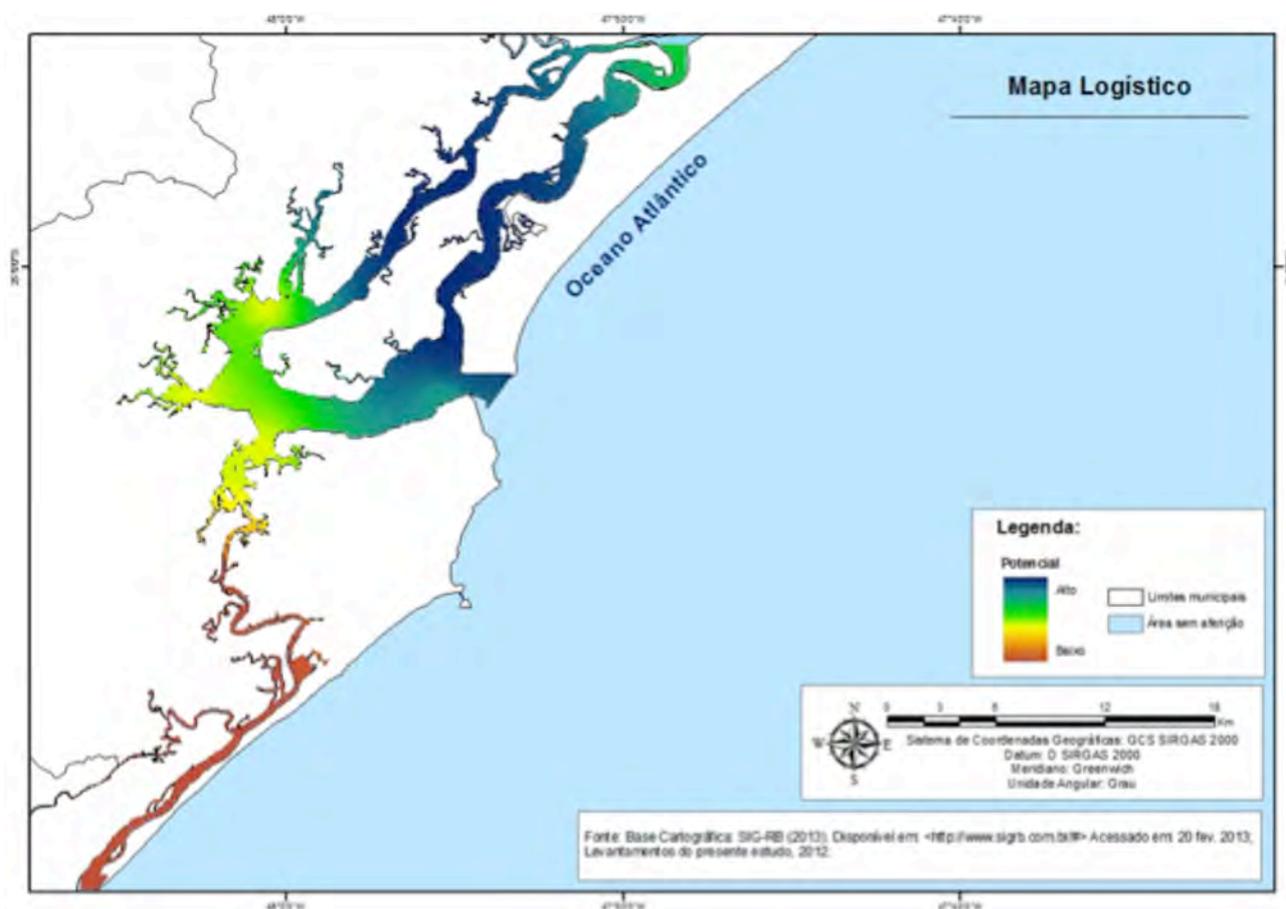


Figura 6 - Mapa Logístico.

*Figura 6 - Mapa Logístico.*

depuradoras e entrepostos pesqueiro) e dos pontos de comercialização e facilidade de escoamento.

Também foram considerados locais com concentrações de restaurantes, pousadas ou pesqueiros que correspondem a mercado potencial de pescados. A localização das estruturas de apoio ao beneficiamento e dos pontos de comercialização e facilidade de escoamento foram obtidos através de entrevistas com representantes de instituições envolvidas no setor pesqueiro em Cananéia e plotadas sobre imagens do Google Earth<sup>®</sup>. Utilizou-se o método de análise de distância para definir quais locais são mais propícios para o cultivo.

No presente estudo, foi possível determinar áreas propícias para a maricultura, com ênfase no cultivo de ostras, no estuário de Cananéia (Figura 7), através das informações disponíveis, utilizando uma análise multicriterial e ponderada hierarquicamente. Executou-se o cruzamento dos mapas Ambiental, Socioeconômico e Logístico através de média ponderada obtida com o uso de uma calculadora matricial.

A geração do mapa Socioeconômico (Figura 5) visou identificar as áreas com restrições para a finalidade de cultivos. Essa identificação se deu através da análise de conflitos com os interesses das Unidades de Conser-

vação, das rotas de navegação e das estruturas náuticas já existentes (Informações de Suporte). Assim sendo, identificaram-se áreas restritas para a maricultura e áreas com potencial de conflitos, porém passíveis de uso.

Gerou-se, ainda, um mapa Logístico (Figura 6), para avaliar as áreas onde existem estruturas de apoio que beneficiariam a maricultura como uma atividade econômica.

### 3.1.7. Mapa de potencial para a maricultura

Finalizando, as localidades produtoras de ostras da região estuarina de Cananéia foram contrapostas com o mapa de potencial para a maricultura no estuário, com ênfase no cultivo de ostras (Figura 7), demonstrando que, das vinte localidades produtoras de ostras mapeadas por Campolim e Machado (1997), cinco estão em local inapropriado (Figura 8), ao serem considerados a presença de contaminação microbiológica, conflitos com outras atividades e a distância do centro comercial do município. Cabe ressaltar que a comunidade do Marujá, apesar da alta qualidade ambiental da área, está distante do centro comercial consumidor e dentro do Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

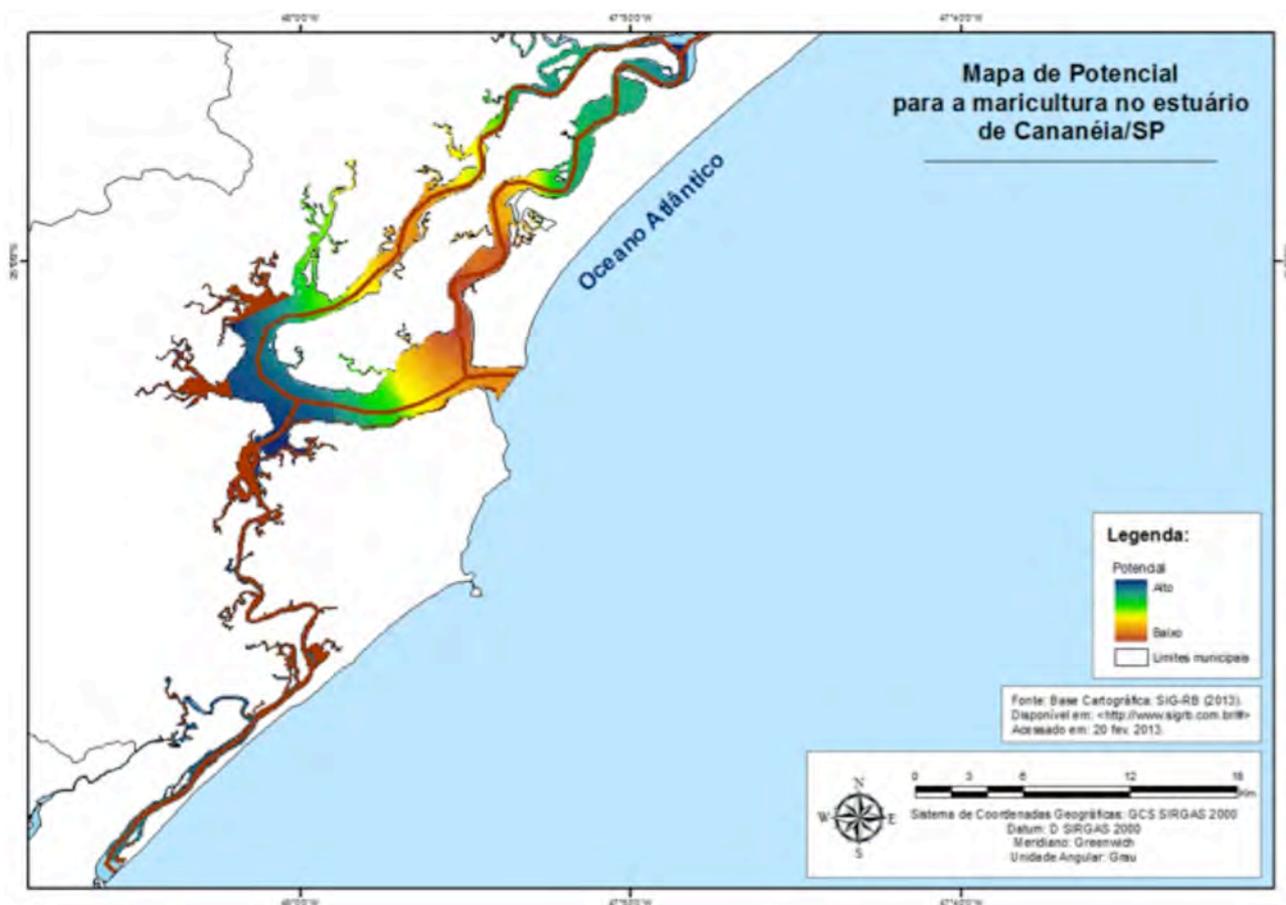


Figura 7 - Mapa de Potencial para a maricultura, com ênfase ao cultivo de ostras.

Figure 7 - Map of Potential for mariculture, with emphasis on the cultivation of oysters.

#### 4. Discussão

Este trabalho analisou variáveis ambientais, socioeconômicas, além de logísticas, utilizando SIG, para eleger as áreas propícias para o cultivo de ostras no estuário de Cananéia. Apesar da aplicação da metodologia proposta por Vianna (2007) neste estudo, utilizou-se um número menor de variáveis, consideradas suficientes para o apontamento de áreas propícias, pois Vianna (2007), em seu estudo, deu ênfase à maricultura como um todo; neste trabalho, escolheu-se apenas uma espécie de ostras, a qual já é cultivada no estuário.

Das 26 variáveis utilizadas por Vianna (2007), foram consideradas: potencial poluidor, turismo e lazer, navegação, pesca, batimetria, áreas pré-existentes, sistema viário, acesso à praia e à informação, insumos básicos, indústria de beneficiamento e centros consumidores. Os temas relativos a essas variáveis foram inseridos no presente estudo, porém com outra nomenclatura.

Não foram consideradas, neste estudo, as seguintes variáveis, por não se aplicarem à região: aeroportos, agrotóxicos, pista de ventos, regimes de ondas, grau de confinamento, vazão fluvial, drenagem pluvial, densidade de parques, insumos biológicos, áreas de sombra, bancos naturais de ostras e mexilhões. Isso porque a

região é um estuário abrigado e no seu entorno existem várias unidades de conservação, mantendo-se, ainda, íntegro o ambiente. Além disso, trabalhou-se aqui só com uma espécie de ostra, a qual é cultivada há anos, não havendo, por esta razão, a necessidade de utilizar critérios amplos em maricultura, para abranger cultivo de peixes e camarões.

Um aspecto importante e considerado primordial nesta análise foi buscar a garantia da manutenção da qualidade do ambiente e do alimento a ser produzido, além de evitar conflitos pelo uso do espaço. Barbieri *et al.* (2012) e Mignani *et al.* (2013) estudaram a concentração de coliformes totais e termotolerantes no Estuário de Cananéia (Mar de Cubatão), verificando que, na maior parte das amostras, os índices de coliformes termotolerantes foram superiores ao permitido pela Resolução CONAMA nº 375 de 2005, existindo, ainda, uma forte correlação entre esses índices e os índices pluviométrico mensais da região. Além disso, os outros usos da área podem ser outras fontes de poluição química.

Moluscos bivalves são organismos filtradores (que se alimentam através de um processo de filtração da água e retenção das partículas em suspensão, principalmente plâncton e microrganismos presentes na água) e podem

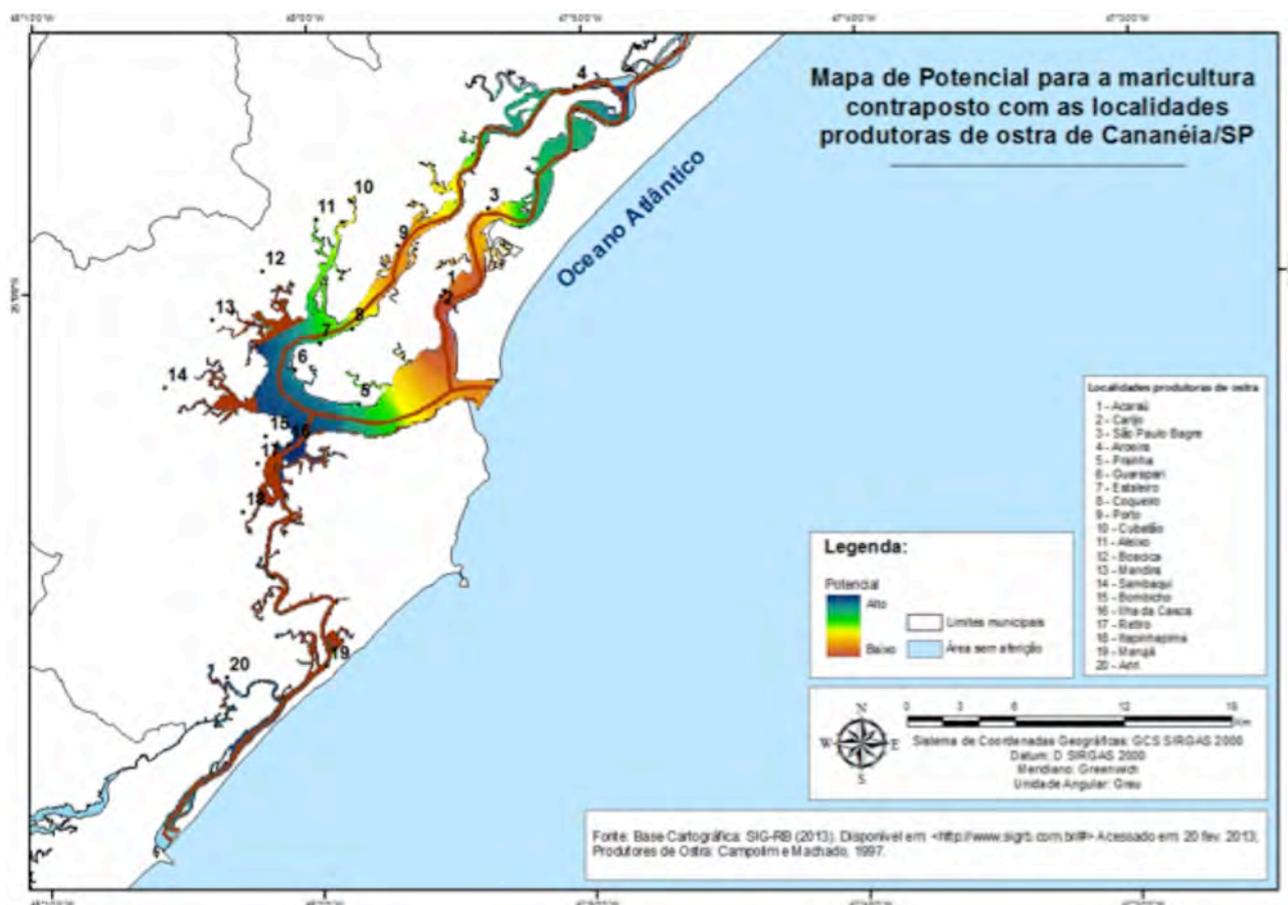


Figura 8 - Mapa de contraposição das áreas em potencial para a maricultura e as localidades produtoras de ostra.

Figure 8 - Map of contrast of potential areas for mariculture and oyster producers locations.

sofrer de maneira intensa a bioacumulação de metais e organoclorados (Barros & Barbieri, 2012, Reigala *et al.*, 2014), tornando-se, muitas vezes, impróprios para o consumo humano. Assim sendo, as variáveis ambientais e socioeconômicas tiveram um peso maior que a logística, também importante do ponto de vista de sustentabilidade econômica da produção, como indicado no trabalho produzido por Vianna (2007).

O monitoramento da qualidade ambiental, principalmente com relação à presença de coliformes termotolerantes, além da presença de atividades potencialmente poluidoras, usos concorrentes com a maricultura, deve ser considerado na escolha de uma área para ostras. Nesse sentido, o presente estudo criou um banco de dados geográficos com variáveis ambientais e microbiológica que podem ser utilizados para o planejamento e a exploração sustentada da maricultura no estuário de Cananéia através do SIG.

Os resultados demonstraram que a utilização de SIG na escolha dos locais adequados para a produção de ostras no estuário de Cananéia é uma forte ferramenta para o planejamento da atividade. Essa constatação é corroborada pelos trabalhos de Maclead (2002), Gifford *et al.* (2007), Longdill *et al.* (2008), Radiarta *et al.* (2008),

Silva *et al.* (2011), que utilizaram o mesmo modelo para outras atividades de maricultura.

O SIG é uma ferramenta útil para correlacionar aspectos espaciais da aquicultura. Auxilia a planejar a atividade, facilitando na tomada de decisões administrativas (Ross *et al.*, 2009). Os resultados deste estudo demonstram que uma base de dados com poucas variáveis pode contribuir significativamente com a gestão do estuário de Cananéia visando a maricultura. O exemplo concreto de que os resultados deste trabalho serão úteis para a atividade é o mapeamento dos locais contaminados para se investir em tratamento de efluentes ou melhorar a infraestrutura para atendimento de comunidades produtoras, bem como áreas a serem evitadas para cultivos.

As Reservas Extrativistas e Reservas de Desenvolvimento Sustentável merecem atenção especial. No presente trabalho, considerou-se que há restrição de uso, já que este é permitido apenas a membros das comunidades tradicionais beneficiárias das Unidades de Conservação, cadastrados e reconhecidos pelos Conselhos Gestores. Na implantação de um Sistema de Informações Geográficas para a gestão da região, as atividades desenvolvidas pelas comunidades beneficiárias das Unidades de Conservação devem ser consideradas, já

que podem afetar diretamente a qualidade da área, assim como a utilização do entorno, a qualidade ambiental dessas áreas.

Estruturas náuticas como rampas, portos e trapiches, apesar de representarem risco de contaminação aos cultivos, em caso de acidente, podem apoiar a manutenção das estruturas de produção, bem como facilitar o acesso a elas, e, portanto, foram consideradas como aspectos positivos.

Através de imagens de satélite, é possível monitorar diversas variáveis de forma remota, pois são capazes de representar ecossistemas, habitats e recursos socioeconômicos localizados na costa (Scott, 2003). Entretanto, neste trabalho, não se utilizou imagem de satélite para o monitoramento de variáveis ambientais e socioeconômicas, restringindo seu uso para verificação de baixos no estuário (profundidades determinadas a partir de imagens do Google Earth®) e presença de estruturas náuticas.

A FAO (2013) fornece uma visão do uso de SIG, Sensoriamento Remoto e mapeamento com abordagem ecossistêmica na aquicultura mundial. Porém, os dados coletados demonstram que os temas relacionados à aquicultura ainda são analisados isoladamente, faltando considerar aspectos importantes para uma gestão multissetorial.

A formação de Sistema de Informações Geográfica – SIG, com a finalidade de auxiliar o planejamento de qualquer atividade, deve iniciar com a estruturação de um banco de dados eficaz. Este é o primeiro trabalho que utiliza o SIG para o planejamento da maricultura no estado de São Paulo, e o banco de dados geográfico elaborado poderá servir para tomada de decisões futuras pelos administradores regionais. O segundo passo seria o monitoramento constante de variáveis consideradas cruciais para o bom desempenho dessa atividade, aliado à manutenção da qualidade ambiental da área.

É preciso, também, investimento em acesso à informação. A informação produzida deve ser acessível a todos para que haja o desenvolvimento sustentável de atividades econômicas, de modo que isso contribua para a autoconscientização e participação efetiva dos diversos atores sociais.

Exemplos bem sucedidos do uso do SIG na maricultura foram propostos pela FAO (2013) e pela National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA (Gifford *et al.*, 2007). Na região onde foi desenvolvido este trabalho, ainda não existe nenhum planejamento para a maricultura/aquicultura utilizando o SIG. Assim sendo, este trabalho é inédito e de fundamental importância para os órgãos tomadores de decisão do Poder Público, que poderão utilizá-lo para um melhor ordenamento da atividade. O banco de dados geográficos iniciado neste estudo poderá ser utilizado para dar início ao processo

de planejamento da aquicultura em toda a região. Como esse processo é dinâmico, novas variáveis poderão ser incorporadas, compondo um Sistema de Informações Geográficas a ser utilizado e alimentado em conjunto pelas instituições públicas de assistência técnica, gestão ambiental, de pesquisa, além de empreendedores na maricultura.

Segundo FAO (2013), existe a necessidade de treinamento sobre "consciência espacial" na maricultura. Esse tipo de treinamento é apropriado para níveis gerenciais e técnicos. O banco de dados GISFish, mantido pela FAO, abrange um leque de oportunidades de formação, incluindo a autoformação com o freeware analítico. No entanto, a resolução de problemas do mundo real deve ser a base para a elaboração dos programas de formação técnica. Aliada a essa formação está a necessidade de promover a comunicação entre os gestores e analistas de SIG. Vianna *et al.* (2012) justificaram o uso de SIG como ferramenta de apoio à decisão com a participação pública pelo uso de gráficos e imagens que são didaticamente mais adequados que tabelas e dados numéricos, contribuindo para um desenvolvimento participativo. Essas recomendações são pertinentes para o uso na região estudada, avançando na modelagem ambiental das variáveis para auxiliar a prever cenários espaciais futuros na utilização da área, buscando sinergismo na ocupação em futuros projetos. Assim sendo, trabalhos de planejamento como o presente, para a atividade de maricultura, poderão ser utilizados com a finalidade de maximizar a produção, causando o mínimo de dano ambiental.

Quando construído com bases de conhecimento sólidas, o SIG no planejamento representa um avanço metodológico e uma importante ferramenta de gestão inovadora para gerenciar a costa (Malczewski, 2006), capaz de promover a conservação de recursos importantes, garantir a continuidade de atividades tradicionais e assegurar a estabilidade das comunidades costeiras e da maricultura em especial.

## 5. Conclusões

A ferramenta SIG mostrou-se uma ferramenta capaz de auxiliar no planejamento da produção de ostras no estuário de Cananéia, destacando como principal resultado a seleção de áreas propícias e inadequadas para empreendimentos de cultivo de ostras.

Além da aplicação exposta, no presente estudo, propôs-se, para a região, o banco de dados geográficos para auxiliar no planejamento de outras atividades, assumindo um caráter multissetorial.

Este trabalho fez a primeira estruturação de um banco de dados geográficos que é passível de atualização. Ficará disponível aos maricultores e aos órgãos de gestão pública para futuras tomadas de decisões.

## Appendix

Supporting Information associated with this article is available on-line at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-527\\_Colaco\\_SuplMat](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-527_Colaco_SuplMat)

## Agradecimentos

Agradecemos à equipe do Núcleo de Desenvolvimento do Litoral do Instituto de Pesca, Antônio Pires e Gilson Costa Calasans, à CAPES/DS, FAPESP (Processo 2012/50184-8) e CNPq (Processo 303920/2013-0) pelo suporte ao trabalho.

## Referências

- Barbieri, E.; Bondioli, A. C.; Woiciechowski, E.; Zapotoski, S. M. K. (2012) - Microbiological quality of cultivation water used for oysters marketed in Cananéia-SP, Brasil. *O Mundo da Saúde*, (ISSN 0104-7809), 36(4):541-547. São Paulo, Brasil. Disponível em [http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo\\_saude/97/01.pdf](http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/97/01.pdf)
- Barbieri, E.; Cavalheiro, F. (1999) - Impactos nos microclimas da Ilha Comprida decorrentes da retirada da vegetação. *Boletim Paulista de Geografia*, (ISSN 0006-6079), 76(1):67-84, Associação Paulista de Geografia, São Paulo, SP, Brasil.
- Barbieri, E.; Marques, H.L.A.; Bondioli, A.C.; Campolim, M.B.; Ferrarini, A.T.(2014) - Concentrações do nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito em áreas de engorda de ostras no município de Cananéia-SP. *O Mundo da Saúde*, 38(1):105-115. DOI 10.15343/0104-7809.20143801105115.
- Barros, D.; Barbieri, E. (2012) - Análise da ocorrência de metais: Ni, Zn, Cu, Pb e Cd em ostras (*Crassostrea brasiliana*) e sedimentos coletados no Estuário de Cananéia, SP (Brasil). *O Mundo da Saúde* (ISSN: 0104-7809), 36(4):635-642, Centro Universitário São Camilo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em [http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo\\_saude/97/13.pdf](http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/97/13.pdf)
- Bezerra, T.R.Q.; Duarte, C.C.; Domingues, E.C.; Hamilton, S.; Cavalli, R.O. (2011) - Uso de sistemas de informação geográfica na definição de áreas propícias para a piscicultura marinha. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Curitiba, PR, Brasil.
- Brandini, F.P.; Silva, A.S.; Poca, K.R.; Veiga, F.A.; Dalallana, R.M. (2007) - Bases conceituais e logísticas de cultivos de moluscos em mar aberto: A experiência do Estado do Paraná, região sul do Brasil. In: G. F. Barros, L. H. S. Poersch & R. O. Cavalli (orgs.), *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e socioeconômicos*, pp.195-202, Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- 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. 275-287. *Seminário Ciência e Desenvolvimento Sustentável*, n/p, Universidade de São Paulo, SP, São Paulo, Brasil.
- Christo, S.W. (2006) - *Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero Crassostreasacco, 1897 na Baía de Guaratuba (Paraná-Brasil): um subsídio ao cultivo*. 135p., Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. Disponível on-line em <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/5198/Tese.pdf?sequence=1>
- CONAMA (2005) - *Resolução CONAMA n°.357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). DOU (Diário Oficial da República Federativa do Brasil) 053:58-63, de 18/03/2005, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>
- Curtius, A.J.; Seibert, E.L.; Fiedler, H.D.; Ferreira, J.F.; Vieira, P.H.F. (2003) - Avaliando a contaminação por elementos traços em atividades de maricultura. Resultados parciais de um estudo de caso realizado na Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Química Nova*, (ISSN: 0100-4042), 26(1):44-52, Sociedade Brasileira de Química, São Paulo, SP, Brasil.
- Day, J.W.; Hall, C.A.S.; Kemp, W.N.; Yáñez-Arancibia, A. (1989) - *Estuarine Ecology*. 555p., Wiley, New York, NY, USA. ISBN: 0471062634
- Doi, S.A.; Barbieri, E.; Marques, H.L.A. (2014) - Densidade colimétrica das áreas de extrativismo de ostras em relação aos fatores ambientais em Cananéia (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, (ISSN: 1413-4152), 19(2):165-171. DOI: 10.1590/S141341522014000200007
- FAO (2010) - Current status of GIS, remote sensing and mapping applications in aquaculture from an ecosystem viewpoint. In: The potential of spatial planning tools to support the ecosystem approach to aquaculture, pp.89-95, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Itália. ISBN: 978-9251064788 Disponível on-line em <http://www.fao.org/docrep/012/i1359e/i1359e00.htm>
- FAO (2010) - *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2010*. 219p., Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Itália. ISBN: 978-9253066759. Disponível on-line em <http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s00.htm>
- FAO (2012) - *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2012*. 231p., Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Itália. ISBN: 978-9253072255 Disponível on-line em <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>
- Farias, E.G.G.; Lorenzetti, J.A.; Maia, L.P.; Gastão, F.G.C.; Bezerra, L.J.C. (2010) - Uso de técnicas de geoprocessamento na identificação de áreas favoráveis ao cultivo de macroalgas marinhas. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* (ISSN - 1980-587X), 5(3):16-27, Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em <http://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/299>
- Freitas, R.R.; Tagliani, C.R.A.; Poersch, L.H.S.; Tagliani, P.R.A. (2009) - Gestão de ambientes costeiros: uso de SIG como apoio a decisão na implantação de fazendas de camarões marinhos, Ilha da Torotama, RS. *Revista da Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 9(3):45-54. DOI: 10.5894/rgci164
- Galvão, M.S.N.; Pereira, O.M.; Machado, I.C.; Henrique, M.B. (2000) - Aspectos reprodutivos da ostra *Crassostrea brasiliana* de manguezais do estuário de Cananéia, SP (25°S; 48°W). *Boletim do Instituto de Pesca*, (ISSN: 0046-9939), 26(2):147-162, Instituto de Pesca da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Gazola, F.; Furtado, A.L. (2007) - Bancos de Dados Geográficos Inteligentes. *Monografias em Ciência da Computação* (ISSN: 0103-9741), No. 04/07, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em [ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07\\_04\\_gazola.pdf](ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07_04_gazola.pdf)
- Gifford, J. A.; Benetti, D. D.; Rivera, J. A. (2007) - *National Marine Aquaculture Initiative: Using GIS for Offshore Aquaculture Siting in the U.S. Caribbean and Florida*. Final Report. 43p., NOAA-National Sea Grant. Disponível on-line em [http://www.lib.noaa.gov/retiredsites/docaquareports\\_noaaresearch/nmaifinalreportgis.pdf](http://www.lib.noaa.gov/retiredsites/docaquareports_noaaresearch/nmaifinalreportgis.pdf)
- Henriques, M.B.; Machado, I.C.; Fagundes, L. (2010) - Análise econômica comparativa dos sistemas de cultivo integral e de “engorda” da ostra do mangue *Crassostrea spp* no Estuário de Cananéia. *Boletim do Instituto de Pesca* (ISSN 0046-9939),

- 36(4):307-316, Instituto de Pesca da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Jakob, A.A.E. (2002) - A Krigagem como Método de Análise de Dados Demográficos. *XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais*, n/p, ABEP Associação Brasileira de Estudos Populacionais (ABEP), Belo Horizonte, MG, Brasil. Disponível on-line em [http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT\\_SAU\\_ST3\\_Jakob\\_texto.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT_SAU_ST3_Jakob_texto.pdf)
- Longdil, P. C.; Healy, T. R.; Black, K. P. (2008) - An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. *Ocean & Coastal Management*. 51(8-9):612-624. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2008.06.010
- Machado, I.C.; Fagundes, L.; Henriques, M.B. (2013) - Diagnóstico da comercialização da ostra de mangue pelos extrativistas de Cananéia, Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, (ISSN: 0100-4409). Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. 43(5):41-52. Disponível on-line em <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/ie/2013/tec4-1013.pdf>
- Macleod, M.S. (2002) - *Potential offshore aquaculture siting off Massachusetts: a geographic information systems (GIS) analysis using the examples of Cod (Gadus morhua) and Mussels (Mytilus edulis)*. 85p., Dissertação de mestrado. Brown University, Providence, RI, USA.
- Malczewski, J. (2006) - GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*. 20(7):703-726. DOI: 10.1080/13658810600661508
- Marinha do Brasil (2012) - Carta Náutica nº 1703. Disponível on-line em [http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-cartas-raster/raster\\_disponiveis.html](http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-cartas-raster/raster_disponiveis.html)
- Marins, C.S.; Souza, D.O.; Barros, M.S. (2009) - O Uso do Método de Análise Hierárquica (AHP) na Tomada de Decisões Gerenciais – Um Estudo de Caso. *XLI SBPO 2009 - Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento*, pp.1778-1788, Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO), Rio de Janeiro, RJ, Brasil Disponível on-line em [http://www2.ic.uff.br/~emitacc/AMD/Artigo\\_4.pdf](http://www2.ic.uff.br/~emitacc/AMD/Artigo_4.pdf)
- 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*, 48(8):833-840. DOI: 10.1590/S0100-204X201300080004
- Nath, S.S.; Bolte, J.P.; Ross, L.G.; Aguilar-Manjarrez, J.A. (2000) – Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 23(1-3):233-278. DOI: 10.1016/S0144-8609(00)00051-0
- Radiarta, I.N.; Saitoh, S.; Miyazono, A. (2008) - GIS-based multicriteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. *Aquaculture*, 284(1-4):127-135. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.07.048
- Reigala, C. S.; Luchini, L.C.; Barbieri, E. (2014) - Presença de organoclorados em amostras de água e ostras *Crassostrea sp.* do município de Cananéia-SP. *O Mundo da Saúde*, 38(1) 66-74.. DOI: 10.15343/0104-7809.20143801066074
- Ross, L.G.; Handisyde, N.; Nimmo, D.C. (2009) - Spatial decision support in aquaculture: The role of geographical information systems and remote sensing. In: G. Burnell & G. Allan (eds.), *New Technologies in Aquaculture: Improving Production Efficiency, Quality and Environmental Management*, pp.707-749, CRC / Woodhead Publishing, Oxford, U.K.. ISBN: 978-1845693848.
- Scott, P. (2003) - *GIS and remote sensing based models for the development of aquaculture and fisheries in the coastal zone: a case study in Baía de Sepetiba, Brazil*. 243p., Tese de Doutorado, University of Stirling, Stirling, U.K. Disponível on-line em <http://dspace.stir.ac.uk/handle/1893/1502>
- Scott, P.; Vianna, L.F.N. (2001) - Determinação de áreas potenciais para o desenvolvimento da carcinocultura em sistemas de informações geográficas. *Panorama da Aqüicultura* (ISSN: 1519-1141), 11(63):38-45, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/63/SIG.asp>.
- Silva, C.; Ferreira, J.G.; Bricker, S.B.; Delvalls, T.A.; Martin-Diaz, M.L.; Yanez, E. (2011) - Site selection for shellfish aquaculture by means of GIS and farm-scale models, with an emphasis on data-poor environments. *Aquaculture*, 318(3-4):444-467. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2011.05.033.
- Simms, A. (2002) – GIS and Aquaculture: Soft-Shell Clam Site Assessment. In: David R. Green, Stephen D. King (eds.), *Coastal and Marine Geo-Information Systems: Applying the Technology to the Environment*, pp.275-295, Springer Netherlands, Netherlands. ISBN: 978-0792356868. DOI: 10.1007/0-306-48002-6\_22
- SUDEPE (1986) - *Portaria de Defeso da Ostra Crassostrea brasili-ana para o Litoral do Estado de São Paulo e Região Estuarina Lagunar de Paranaguá*. Portaria SUDEPE nº 40, de 16 de dezembro de 1986. SUDEPE (Superintendência do Desenvolvimento da Pesca), Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em [http://www.mpa.gov.br/images/docs/Pesca/NORMAS\\_DEFESO\\_MARINHO\\_ESTUARINO\\_PDF/PORTARIA\\_SUDEPE\\_nº\\_N40\\_1986\\_Defeso\\_Ostras.pdf](http://www.mpa.gov.br/images/docs/Pesca/NORMAS_DEFESO_MARINHO_ESTUARINO_PDF/PORTARIA_SUDEPE_nº_N40_1986_Defeso_Ostras.pdf)
- Teixeira, J.B.; Lima, A.C.; Boechat, F.P.; Rodrigues, R.L.; Freitas, R.R. (2012) - Potencialidade social e econômica da pesca e maricultura no Estado do Espírito Santo, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 12(4):569-575. DOI 10.5894/rgci372
- Vianna, L.F.N. (2007) - Métodos determinísticos ou probabilísticos de representação e análise espacial de dados para seleção de sítios em sistemas de informações geográficas? O exemplo da maricultura em Santa Catarina. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pp.3195-3202, Florianópolis, SC, Brasil.
- 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 da Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 12(3):357-372. DOI 10.5894/rgci335



## **Geoprocessamento aplicado na carcinicultura marinha em São José do Norte, Rio Grande do Sul, Brasil\***

Rodrigo Randow Freitas<sup>@, a</sup>; Paulo Roberto Armanini Tagliani<sup>b</sup>; Luís Henrique da Silva Poersch<sup>b</sup>

### **RESUMO**

Considerando o rápido desenvolvimento das atividades relacionadas a aquicultura no mundo, é cada vez mais necessário o uso de métodos visando à seleção de locais potenciais para o seu desenvolvimento. Assim, o presente estudo teve como objetivo definir áreas propícias para o desenvolvimento da carcinicultura marinha em viveiros escavados, na região do baixo estuário da Laguna dos Patos, sul do Brasil. Utilizou-se imagem do satélite Landsat 7 ETM+, órbita-ponto 221-082 de 24/10/2001, com combinação das bandas 1, 2 e 3. A análise espacial foi realizada com o software Idrisi Andes edition® (ver. 15.01 - Clark University). As áreas foram selecionadas a partir da exclusão de áreas legalmente protegidas, seguido de análise multicriterial de atratividade considerando, por exemplo, o custo de oportunidade e a distância de infraestruturas, dentre outros. Como resultado, as áreas consideradas mais atrativas perfazem um total de 5.300 hectares (16,84%), enquanto 14.600 hectares (46,78%) possuem condições consideradas boas. Salienta-se que as áreas consideradas com potencial alto possibilitam um menor investimento na construção dos viveiros.

**Palavras-chave:** Viveiros escavados, Lagoa dos Patos, Sensoriamento Remoto, LANDSAT.

### **ABSTRACT**

#### ***Geoprocessing applied to marine shrimp farming in São José do Norte, Rio Grande do Sul, Brazil***

*Considering the rapidly developing aquaculture in the world, it is increasingly necessary to use methods aimed at the selection of potential sites for a variety of aquaculture activities. Thus, the present study in order to define areas suitable for the development of marine shrimp earth ponds culture in the lower estuary of the Patos Lagoon, southern Brazil. We used Landsat 7 image ETM+ satellite, 221-082 point-orbit of 24/10/2001, with the combination of bands 1, 2 and 3. Spatial analysis was performed with the software Idrisi Andes Edition® (ver. 15.01-Clark University). The areas were selected from the exclusion of legally protected areas, followed by attractiveness multicriteria analysis, considering for example the opportunity cost and distance from infrastructure, among others. As a result, a total of 5,300 hectares (16.84%) were considered most attractive, while 14,600 hectares (46.78%) are considered in good conditions. Thus, it should be noted that the areas considered enabling a high potential and smaller investment in the construction of farms (hours/machine).*

**Key words:** Earth Ponds farm, Patos Lagoon, Remote Sensing, LANDSAT

---

<sup>@</sup> Corresponding author to whom correspondence should be addressed.

<sup>a</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Departamento de Engenharias e Tecnologia, Laboratório de Gestão Costeira – Aquicultura e Pesca (LGCap). Rodovia BR 101 Norte, Km 60, Bairro Litorâneo, CEP, São Mateus, Espírito Santo, Brazil. E-mail: <digorandow@gmail.com>

<sup>b</sup> Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Oceanografia, Laboratório de Oceanografia Geológica, 96201-900 Rio Grande, RS, Brasil. e-mails: Tagliani <paulotagliani@furg.br>; Poersch <lpoersch@mikrus.com.br>

\* Submission: 28 AUG 2014; Peer review: 25 SEP 2014; Revised: 5 NOV 2014; Accepted: 10 DEC 2014; Available on-line: 11 DEC 2014



## 1. Introdução

Considerando o franco desenvolvimento da aquicultura no mundo, cada vez mais é necessária a utilização de métodos que visem a seleção de locais propícios para as mais variadas atividades aquícolas (McLeod *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2002; Karthik *et al.*, 2005; Hossain *et al.*, 2007; Longdill *et al.*, 2008). Dentre os diversos ramos desta atividade, os mais praticados são a criação de ostras (ostreicultura), peixes (piscicultura), rãs (ranicultura), camarões (carcinicultura), entre outros (Pullin *et al.*, 1993).

No Brasil, o cultivo comercial de camarões marinhos teve início nos anos 70, baseando-se em tecnologias importadas com alguns aprimoramentos, mas somente na década de 80 adquiriu-se um caráter realmente empresarial (Barbieri Júnior & Neto, 2002, Moles & Bunge, 2002). No entanto, as escolhas de áreas para o cultivo consideravam principalmente os interesses do produtor e nem sempre estavam de acordo com critérios técnicos e ambientais.

Além disso, de maneira semelhante ao que aconteceu nos países que dominam atualmente o mercado mundial da carcinicultura (China, Tailândia, Vietnã, Índia, Indonésia e Bangladesh), o ritmo de expansão da atividade vem ocorrendo de forma acelerada, aumentando sua participação de 3% (43.762 toneladas) em 1977, para 51% (3.275.726 toneladas) em 2007, superando a pesca extrativa. Somando isso ao fato do país dominar as novas tecnologias de produção, faz com que seja o principal produtor de camarões das Américas (FAO, 2010).

Na região Sul, devido à necessidade de adaptação às temperaturas mais amenas, o cultivo de camarões sempre esteve focado nas espécies nativas, mas a falta de um pacote tecnológico específico para as espécies impossibilitou a viabilidade econômica de sua produção. Assim, a partir do sucesso do cultivo da espécie *Litopenaeus vannamei* na região Nordeste, os produtores da região Sul, principalmente de Santa Catarina, decidiram pela utilização dessa espécie para o desenvolvimento da atividade (Poersch *et al.*, 2006).

Com os avanços no desenvolvimento da atividade, produtores do Rio Grande do Sul, começaram a investir na atividade em meados de 2002, com a introdução da nova espécie, embora ainda sejam poucos os produtores no estado. Conforme Poersch *et al.*, (2006), devido às características ambientais e pelos menores custos de implantação, o estuário da Lagoa dos Patos vem sendo a área preferida para implantação destes empreendimentos, com destaque para a primeira fazenda produtora de camarões marinhos, localizada no município de São José do Norte

Entretanto, com o potencial para o crescimento produtivo da carcinicultura na região, surge concomitantemente um real aumento dos riscos de impactos ambientais e socioeconômicos. Isso associado ao fato do gerencia-

mento das zonas costeiras apresentarem um elevado grau de complexidade, devido a grande variedade de mudanças causadas pelos impactos do desenvolvimento regional/urbano e a exploração dos recursos naturais (Völcker & Scott, 2008).

Cabe ressaltar que problemas semelhantes foram relatados em países onde a atividade cresceu exponencialmente e com conseqüente descontrole produtivo, legal e ambiental (FAO, 1997; Poli *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2002; Chen *et al.*, 2005; Giap *et al.*, 2005; Karthika *et al.*, 2005; Beltrame *et al.*, 2006; Primavera, 2006; Freitas *et al.*, 2009).

Assim, no processo de planejamento do desenvolvimento da atividade de carcinicultura, a análise espacial constitui um elemento de grande importância, possibilitando identificar possíveis conflitos de uso dos recursos costeiros, minimizar impactos ambientais e socioeconômicos, além de permitir uma alocação mais eficiente do espaço reduzindo os custos de oportunidade (Corbin & Young, 1997; GESAMP, 2000; Rajitha *et al.*, 2007).

Dessa forma, a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) no processo de planejamento e ordenamento das atividades existentes na região costeira, permite uma integração do processamento digital das imagens de sensores remotos com a análise espacial, facilitando a organização espacial das informações (Souto & Amaro, 2005).

Assim, juntamente com dados de classificação de uso do solo, de análises biológicas, geográficas e socioeconômicas, as informações obtidas podem ser utilizadas como base para classificar as áreas para implantação e desenvolvimento da atividade de carcinicultura, gerando menores impactos socioambientais, conservando áreas protegidas e beneficiando os investidores com melhorias na produtividade (Freitas & Tagliani, 2007; Giap *et al.*, 2005; Souto & Amaro, 2005).

Vale ressaltar que as geotecnologias são constantemente utilizadas por diversos trabalhos em diferentes regiões do Brasil, incluindo a identificação de ecossistemas através do mapeamento e monitoramento das zonas áreas costeiras (Prost, 2001; Moura *et al.*, 2002; Camargo *et al.*, 2003; Crepani & Medeiros, 2003; Kampel *et al.*, 2005; Ucha, *et al.*, 2011).

Considerando o que foi exposto, o presente estudo se propõe a identificar locais apropriados para o desenvolvimento da carcinicultura marinha em viveiros escavados, na região do baixo estuário da Laguna dos Patos, no município de São José do Norte/RS, através de técnicas de SIG.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Descrição da área de estudo

A área de estudo compreende o município de São José do Norte, (Latitude/Longitude: -31.5° / -51.5°), Estado

do Rio Grande do Sul, Brasil, localizada na parte sul do estuário da Laguna dos Patos, zona costeira do Atlântico Sul (Figura 1).

Predominantemente, a economia local está voltada à pesca artesanal, comércio e atividades agropastoris (bovinos, ovinos, cultivo de cebola e arroz), todas em pequena escala e/ou de subsistência. Também podem ser observadas grandes áreas de plantio intensivo de pinus (*Pinus elliottii*), destinados à produção de madeira e extração de resina (Tagliani & Vicens, 2003; Gianuca & Tagliani, 2012).

A topografia é essencialmente caracterizada por terras baixas, banhados marginais, dunas e praias litorâneas, apresentando pouca variação na declividade (0-5%). Na região estão presentes grandes extensões de banhados que formam parte da fisionomia natural do município, geralmente margeando as lagoas e fazendo a transição destas com as outras formações. (Tagliani & Vicens, 2003).

Quanto às dunas, estas se distribuem paralelamente a linha de costa e são constituídas essencialmente por areias de granulometria fina (Oliveira & Calliari, 2006), que recebem aporte de sedimentos oriundos da Laguna dos Patos (Figueiredo & Calliari, 2006). Em relação aos campos litorâneos, resultantes da erosão eólica sobre as dunas costeiras, compreendem grandes áreas e apresentam elevada colonização por vegetação nativa e exótica, quando comparada a outros ambientes da região (Tagliani & Silva, 2011). Em geral a região apresenta solos férteis (embora tenha altos teores de sais e sódio e apresentar solo arenosos) e observa-se nesses ambientes um predomínio da rizicultura, pecuária extensiva, cultivos de cebola, reflorestamentos com uso intensivo do solo, além de herbáceas (Tagliani & Vicens, 2003).

Em relação às marismas, estas ocupam margens e pequenas ilhas do estuário, tendo como característica a tolerância às variações de salinidade e inundações irregulares. As comunidades vegetais desempenham importante papel na estabilidade do substrato, impedindo a erosão e representam o habitat de diversos organismos (Cordazzo & Seeliger, 1988).

## 1.2. Coleta e tratamento das informações espaciais

A análise espacial foi realizada a partir de imagens do satélite LANDSAT 7 sensor ETM+, com resolução geométrica de 30 metros, órbita-ponto 221-082 de 24/10/2001 às 13:07, com combinação das bandas 1, 2 e 3 utilizada no software *Idrisi Andes edition*® (v. 15.01-Clark University), para a digitalização das informações espaciais diretamente na tela do computador.

O estudo priorizou a utilização de imagens de boa resolução obtidas gratuitamente na internet, através do catálogo de imagens no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A imagem selecionada apre-

senta boa visibilidade devido à baixa cobertura de nuvens em todos os quadrantes (10%).

Assim como Freitas *et al.* (2009), utilizando o módulo *resample* no SIG, foi realizado o georreferenciamento da imagem obtida e a partir dessa, foi realizada a digitalização e separação em 9 camadas de todas as feições de interesse na área de estudo (Figura 1). Praticamente toda área de estudo é representada por apenas quatro camadas de informação: campos litorâneos, dunas, banhados e áreas de reflorestamento. Os polígonos de cada uma foram digitalizados utilizando a imagem georreferenciada como base e posteriormente cada camada foi transformada do formato vetorial para raster, compondo o banco de dados final.

Mapas temáticos (escala de 1:600.000) separados em camadas individuais, tais como tipos de solos, capacidade de uso, vegetação, corpos hídricos e vias públicas, foram submetidos a rotinas específicas de geoprocessamento no SIG Idrisi Andes e integrados a um modelo de caracterização/identificação, construído para esse estudo, como descrito abaixo.

## 2.3. Identificação dos critérios para seleção de áreas

Diferentes critérios para seleção de áreas apropriadas ao cultivo de camarão têm sido utilizados em diversos estudos, sendo mais utilizados os que consideram fatores socioeconômicos, solo, clima, topografia, disponibilidade de água, infraestrutura e logística (Salam *et al.*, 2005; Giap *et al.*, 2005; Beltrame *et al.*, 2006; Hossain *et al.*, 2007; Radiarta *et al.*, 2008). No presente estudo, primeiramente foram utilizados critérios restritivos (áreas de proteção ambiental, Unidades de Conservação, etc.) para criar áreas de exclusão (inaptas) (Figura 2).

Após a definição dos critérios restritivos, os mesmos foram espacializados por meio de rotinas específicas do SIG (Função Buffer), criando zonas tampão (Tabela 1). Isso foi possível através da superposição das áreas com restrição legal (módulo *Overlay*), sendo gerada uma imagem única, onde o valor "1" representa as áreas sem restrição e "0" as áreas com restrição. Para as áreas sem restrição foi calculada a área disponível a fim de excluir as áreas menores que 1 hectare da análise, economicamente inviáveis (Freitas *et al.*, 2009).

Conforme Vitalli *et al.*, (2009), zonas tampão são áreas ao redor de regiões consideradas inaptas a uma determinada atividade, de modo a reduzir os impactos a essas regiões. Assim, utilizando os critérios de exclusão de áreas protegidas e com características ambientais (tipo de solo e salinidade) ou de infraestrutura inaptas para atividade, resultou em uma imagem indicando as áreas aptas e não aptas (Figura 2).

A criação de zonas tampão foi utilizada por Torres e Andrade (2010) em estudo para determinação de áreas para instalação de empreendimentos de piscicultura ma-

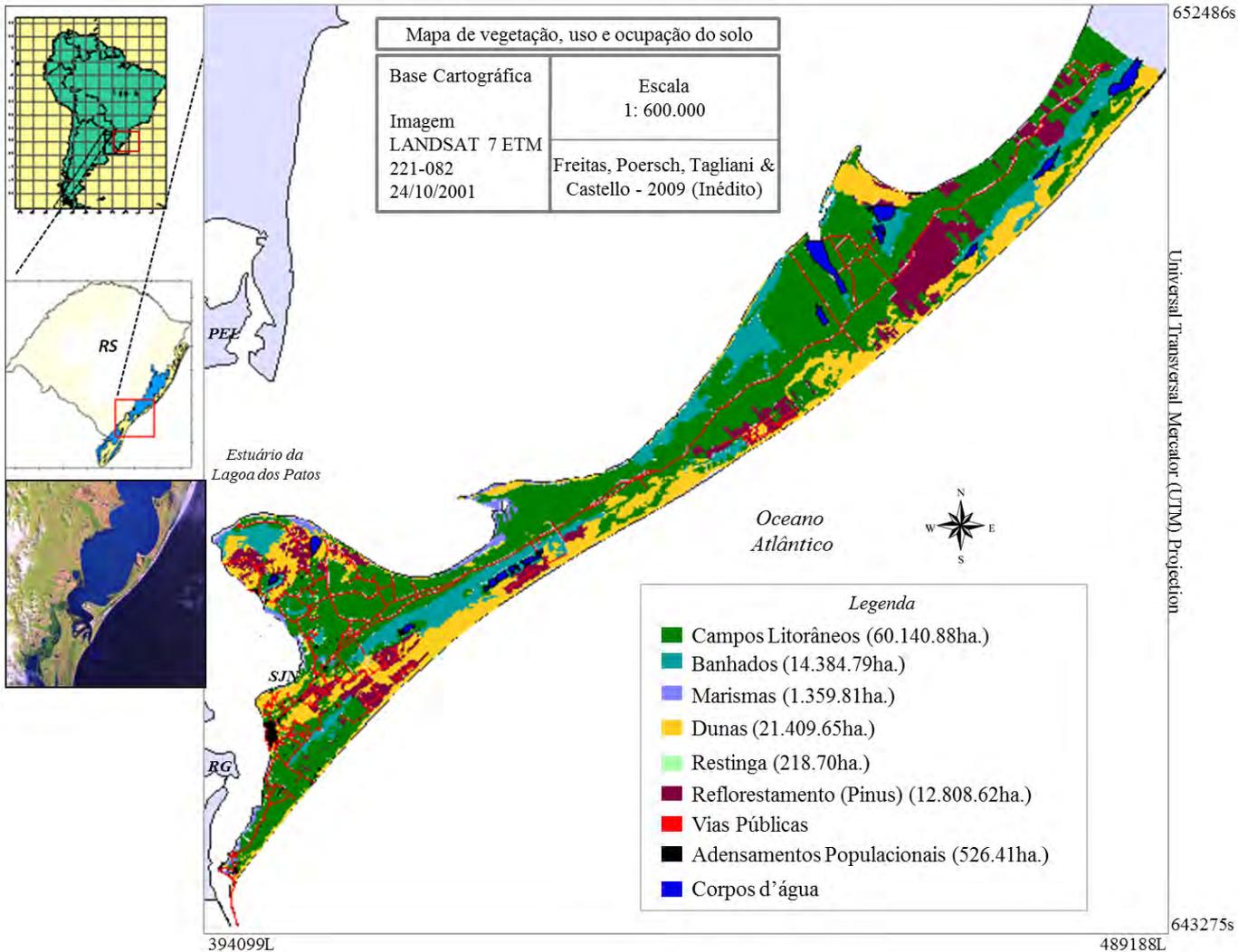


Figura 1 - Mapa de vegetação, uso e ocupação do solo no estuário da Lagoa dos Patos.

Figure 1 - Vegetation map, use and land occupation in Patos Lagoon estuary.

rinha. Estas zonas tampão seriam áreas de amortecimento ou proteção, onde não seria permitida a instalação de empreendimentos aquícolas e que servem para evitar conflitos com outras atividades.

Além da criação de zonas tampão, observou-se nesse estudo, a necessidade de se criar uma “zona de exclusão” para o critério salinidade, justificando-se pelo fato de ali representar a zona limite do estuário da Lagoa dos Patos (Peixoto *et al.*, 2005). Em função deste fator, não é recomendada a instalação de nenhum empreendimento fora da zona estuarina. Mesmo ocasionalmente com os ventos do quadrante sul ampliando a área de influência da água marinha.

Cabe salientar que a zona estuarina está localizada na porção sul da Lagoa dos Patos, segundo Capitoli & Bemvenuti (2004), delimitada ao norte por uma linha imaginária traçada entre a Ponta da Feitoria (31° 42' S e 52° 02' W) e a Ponta dos Lençóis (31° 48' S e 51° 50' W) e ao sul pelos molhes da Barra (32° 11' S e

52° 04' W). Porém, em anos atípicos como os proporcionados pelo fenômeno climático *La Niña*, este limite pode se estender mais ao norte. Por outro lado, em anos de *El Niño*, a zona estuarina pode migrar para a porção sul (Möller & Fernandes, 2010).

Outro motivo da criação dessa zona de exclusão foi a presença de grande extensão de cultivos de arroz. Pelo fato de ser uma atividade já consolidada e por ser considerada uma importante fonte de renda na região, buscou-se assim evitar possíveis conflitos de uso.

Com relação à incorporação de áreas para atividades aquícolas, esta deve ser realizada com cautela para se evitar o senso comum de que a carcinicultura afeta mais a segurança alimentar e poluição de ecossistemas, do que a geração de renda e produção de alimentos. Rajitha *et al.* (2007) e Gowing & Ocampo-Thomason (2007), observaram a conversão de áreas destinadas à agricultura, principalmente cultivos de arroz, em viveiros de camarão em várias partes do globo.

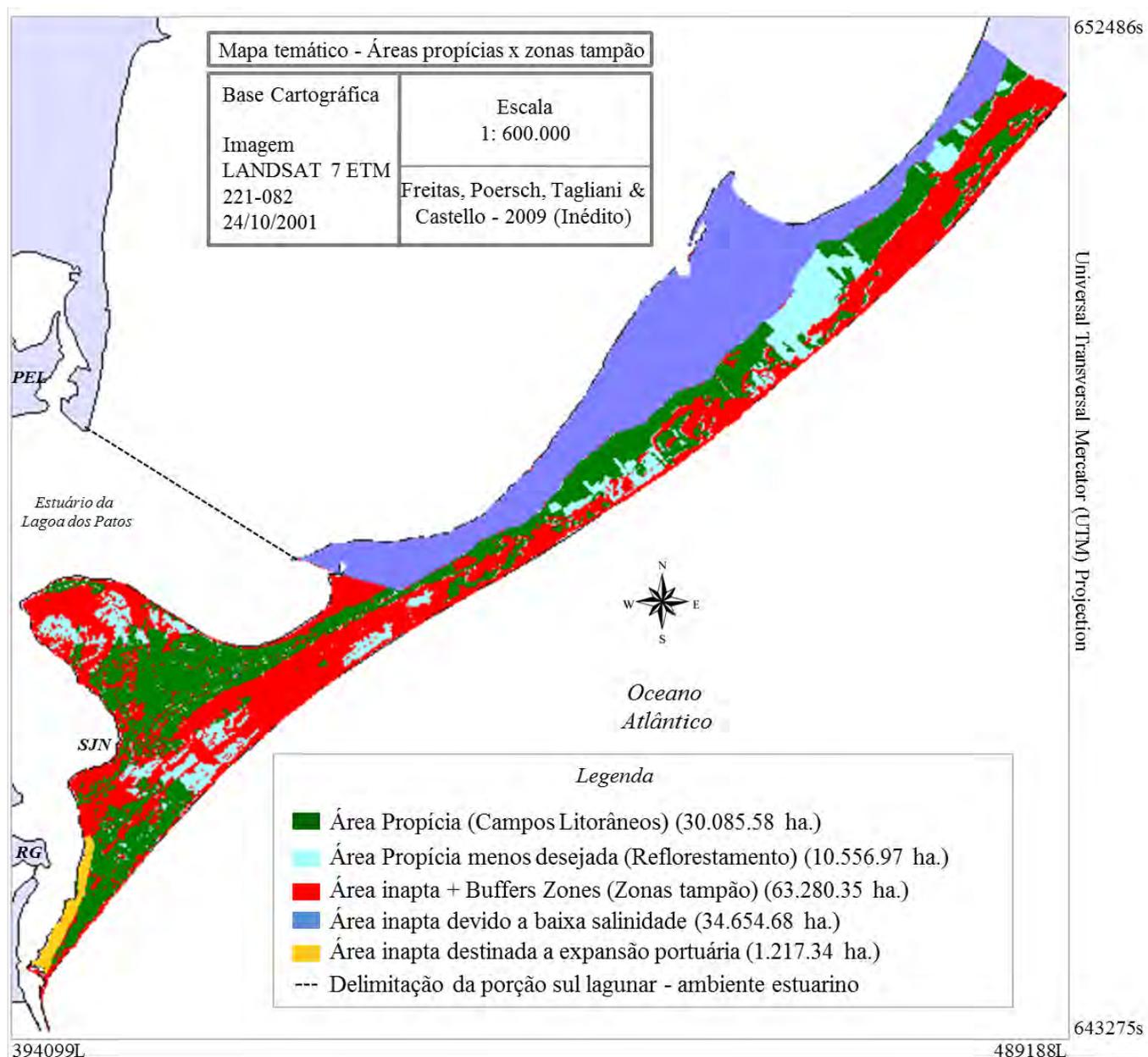


Figura 2 - Mapa temático de zonas de exclusão legal e ambiental.  
 Figure 2 - Thematic map of legal and environmental exclusion areas.

Hossain *et al.* (2007) em estudos realizados em Bangladesh, apresentam uma visão um pouco diferente, relatando que pastagens subutilizadas exclusivamente por búfalos e bovinos poderiam ser convertidas em pisciculturas, tendo um benefício ambiental e econômico muito maior. Prein e Ahmed (2000) descrevem que em muitos países da África, a "estação da fome" é comum e em tais épocas, que são recorrentes, ocorrem períodos de estresse familiar grave.

Assim, empreendimentos aquícolas podem ser idealizados e planejados para fornecer alimento para combater a baixa oferta usual de nutrientes essenciais. De qualquer forma, a possibilidade de desenvolvimento e diversificação da atividade econômica e a decisão de

converter pastagem em áreas aquícolas, estão inteiramente relacionadas à segurança alimentar e aspectos sociais.

Outro exemplo comparando a carcinicultura com o cultivo da espécie do gênero *Eucalyptus ssp* (comum na região), que apresenta altíssimo nível de melhoramento genético, produtividade e qualidade da madeira. Contudo, utilizando ferramentas econômicas para análise e comparação dos investimentos entre as atividades madeireiras e aquícolas, por exemplo, a análise da Taxa Interna de Retorno (TIR), tem-se que, mesmo com a alta produtividade e qualidade da madeira, tem-se uma maior viabilidade econômica por parte da aquíicultura, isso com diferença de mais de 6%. Entretanto, observa-

Tabela 1 - Considerações sobre a seleção dos critérios de atratividade e restrição adotada para cultivos de camarões marinhos em viveiros escavados.

Table 1 - Considerations about the criteria selection of attractiveness and constraint adopted for marine shrimp earth ponds farms.

<b>Crítérios</b>	<b>Atratividade (factors)</b>	<b>Restritivos (constraint)</b>
<i>Ambientais</i>		
<b>Temperatura</b>	Verão e Primavera com temperatura média superior a 25°C durante a fase final de engorda (Peixoto <i>et al.</i> 2005).	No inverno e outono, o cultivo de <i>L. vannamei</i> é afetado por temperaturas menores que 19° C (Peixoto <i>et al.</i> , 2005).
<b>Salinidade</b>	15 – 25 (18 - 22) (Barbieri & Neto, 2002; Poli <i>et al.</i> , 2000)	Valores <10 ou >25 (Barbieri & Neto, 2002; Poli <i>et al.</i> 2000)
<b>Declividade/ Elevação</b>	Localmente está entre 0 -5% (Tagliani & Vicens, 2003). É considerada aceitável entre 1 – 10m acima do nível do mar. (Barbieri & Neto, 2002; Giap <i>et al.</i> , 2005; Hossain <i>et al.</i> , 2007)	Declividade acentuada. > 10m. (Giap <i>et al.</i> , 2005; Hossain <i>et al.</i> , 2007)
<b>Tipo de Solo</b>	Conteúdo de argila em torno de 15-25%; alta plasticidade; teores baixos (2-4%) ou médios de matéria orgânica e ph próximo ao neutro. Solos não orgânicos (arenosos, argilosos ou argilo-arenosos) com boa capacidade de agregação. (Barbieri & Neto, 2002; Poli <i>et al.</i> , 2000 )	Solos ricos em matéria orgânica (cerca de 20%); solos sulfurosos-ácidos (orgânicos tiomórficos). (Barbieri & Neto, 2002; Giap <i>et al.</i> , 2005)
<b>Direção e Regime de vento</b>	Localmente é forte o regime de ventos provenientes do quadrante nordeste durante o período de verão, com velocidade média entre 3,6 e 5,1 m/s (Garcia 1998). Assim, é garantindo uma boa movimentação das águas superficiais e elevação dos níveis de oxigênio dissolvido na água nos viveiros (Peixoto <i>et al.</i> , 2005).	Ausência ou diminuição acentuada de/prolongada da ação de ventos.
<b>Capacidade de Uso (Classe de Solo)</b>	Solos preferencialmente de classe > V, preservando solos nobres para agricultura. Custo de oportunidade menor possível.	Classe de solo < V
<b>Vegetação</b>	Campos Litorâneos e/ou Dunas obliteradas. (Peixoto <i>et al.</i> , 2005)	Áreas de proteção ambiental (Marisma, banhado, restinga e dunas). Também deverão ser criadas zonas tampão “Buffer” de 15m a partir das APP (Lei Fed. Nº4771/1965 código florestal).
<b>Disponibilidade de água (Acesso)</b>	Excelente condição: 100 – 1000 m; Boa: 1000 – 2000 m; e na margem do aceitável (Razoável): 2000 – 3000 m (Beltrame <i>et al.</i> , 2006; Giap <i>et al.</i> , 2005)	Áreas não recomendadas com distância > 3000 m (Beltrame <i>et al.</i> , 2006; Giap <i>et al.</i> , 2005). Deverá ser criada uma zona tampão “Buffer” de 30 m para cursos d’água <10 m de largura e 100 m além da área sujeita a alagamento sazonal da Lagoa dos Patos. (Lei Fed. Nº4771/1965 código florestal).
<i>Socioeconômicos e Logística / Infraestrutura</i>		
<b>Eletrificação</b>	Disponível e Perto do empreendimento (Poli <i>et al.</i> , 2000) Excelente condição: 1 – 200 m; Boa: 200 – 500 m; e na margem do aceitável (Razoável): 500 – 750 m (Salam <i>et al.</i> , 2005; Hossain <i>et al.</i> , 2007).	Inexistente e Longe do empreendimento (Áreas não recomendadas com distância > 750 m).
<b>Vias públicas</b>	Boa dirigibilidade; Para estradas não pavimentadas - Excelente condição: 15 - 500m; Boa: 500 - 1000m; e na margem do aceitável (Razoável): 1000 - 2000m (Giap <i>et al.</i> , 2005; Salam <i>et al.</i> , 2005; Hossain <i>et al.</i> , 2007)	Estado ruim de conservação e áreas não recomendadas com distância > 2000 m (Giap <i>et al.</i> , 2005; Salam <i>et al.</i> , 2005; Hossain <i>et al.</i> , 2007). Também deverão ser criadas zonas tampão de 15 m a partir das vias públicas (Lei Fed. Nº6766/1979 art. 4º inciso III)

Tabela 1 - Considerações sobre a seleção dos critérios de atratividade e restrição adotada para cultivos de camarões marinhos em viveiros escavados. (Cont.)

Table 1 - Considerations about the criteria selection of attractiveness and constraint adopted for marine shrimp earth ponds farms. (Cont.)

Critérios	Atratividade (factors)	Restritivos (constraint)
<b>Socioeconômicos e Logística / Infraestrutura</b>		
<b>Poluição</b>	Locais com boa qualidade de água e solo e distância > 100 m de edificações e outros empreendimentos aquícolas (autores).	Distância <100 m de edificações e outros empreendimentos aquícolas.
<b>Mercado consumidor e Mão de obra disponível</b>	Distância de mercado consumidor = Excelente condição: 1000-2000 m; Boa: 2000- 4000 m; Na margem do aceitável > 4000 m (Giap <i>et al.</i> , 2005; Salam <i>et al.</i> , 2005; Hossain <i>et al.</i> , 2007). Densidade populacional por km <sup>2</sup> = Excelente condição: <500; Boa: 500-1000; aceitável 1000-2000 (Giap <i>et al.</i> , 2005; Hossain <i>et al.</i> , 2007).	Mercado consumidor distante e mão de obra não disponível localmente (Áreas não recomendadas com distância >2000 m) (Giap <i>et al.</i> , 2005; Hossain <i>et al.</i> , 2007). A recomendação somente se aplica se houver um condicionamento satisfatório do produto (incluem-se caminhão frigorífico, gelo, manuseio e caixas).
<b>Serviços disponíveis (insumos e maquinário)</b>	Disponível localmente. Distância da larvicultura = Excelente condição: <4000 m; Boa: 4000-8000 m; Na margem do aceitável >8000 m (Giap <i>et al.</i> , 2005; Buitrago <i>et al.</i> , 2005).	Não disponível localmente.
<b>Conflitos por espaço e uso</b>	Distante de áreas de pesca, áreas protegidas (APP), áreas de expansão portuária, agropastoril, urbana, industrial e de reflorestamento (Buitrago <i>et al.</i> , 2005).	Próximo ou em áreas protegidas (APP), áreas de pesca, áreas de expansão portuária, agropastoril, urbana, industrial e de reflorestamento.

se quanto à produtividade entre atividades, temos 31,5 m<sup>3</sup>/ha de madeira roliça empilhada por ano, enquanto a mesma área produziria 7.300 kg de peixe, por exemplo, em 10 meses (Baena, 2005).

Para se evitar uma simples classificação de áreas aptas e não aptas, foi aplicada uma escala espacial de atratividade com base nos critérios de distância de recursos hídricos, de vias públicas e de capacidade de uso do solo (Kapetsky *et al.*, 1988; Salam *et al.*, 2003).

Com relação à distância de vias públicas, esse critério também foi utilizado para evitar problemas com escoamento da produção e aquisição de insumos (Salam *et al.*, 2005). A construção desse critério tomou como base principal a rodovia BR-101 que cruza o município de norte a sul, bem como estradas vicinais com ou sem pavimento. Sendo que, as estradas foram avaliadas como sendo de boa dirigibilidade, mesmo as não pavimentadas.

Além disso, Hossain *et al.* (2007) observaram que a escolha do tipo de solo é de grande importância no momento da construção de viveiros. Por exemplo, solos muito permeáveis são menos adequados para viveiros escavados, devido à perda de água por infiltração, aumento na demanda por água e bombeamento, com inevitável incremento nos custos produtivos.

Em relação ao critério capacidade de uso do solo, empregou-se o sistema adaptado por Lepsch *et al.* (1983), especificamente a classificação por classes (I a VIII),

que indica o grau de limitação ao uso agrícola da terra. Na classe I não há nenhum grau de limitação e de forma crescente, na classe VIII, observa-se as terras com mais altos graus de restrições. Cunha *et al.* (1996) ressalta que o principal fator restritivo dessas áreas para o uso agrícola é a má drenagem, propiciando apenas a cultura de cebola.

Devido à importância de alguns critérios descritivos, tais como poluição, eletrificação, temperatura do ar, dentre outros descritos na tabela 1, mesmo não sendo espacializados, estes servem de informação complementar na análise final (Frankic, 1998). Por último, após análise em laboratório, foram realizadas saídas de campo na região estudada para verificações *in loco* das informações obtidas por meio das imagens de satélite.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos no presente estudo apontaram as áreas propícias e as consideradas não aptas para o cultivo de camarões marinhos em São José do Norte, confirmando o potencial aquícola da atividade no município. Estas informações servirão de suporte para o ordenamento da atividade, já que a maioria dos estudos voltados para determinação de áreas para aquicultura usam apenas mapas simples, cujas informações para tomadas de decisão dos investidores, órgãos de financiamento ou poder público são pouco conclusivas (Aguilar-Manjarrez & Ross 1995).

Assim, com a crescente importância de se explorar racionalmente os recursos naturais e com isso minimizar problemas de utilização dos recursos costeiros, primeiramente buscou-se agrupar os usos e cobertura atual do solo do município em classes distintas, que incluem: campos litorâneos, áreas alagáveis (banhados), marismas, dunas, mata de restinga, áreas de reflorestamento de pinos, vias públicas, área construída e corpos d'água (Figura 1).

Considerando que as áreas propícias para desenvolvimento de cultivos de camarões são os campos litorâneos, como resultado da análise inicial obteve-se cerca de 30.000 hectares disponíveis para a atividade. Se considerarmos também as áreas utilizadas hoje para reflorestamento, obteremos pouco mais de 40.000 ha que poderiam ser considerados propícios para a atividade. Este total representa praticamente 40% da área total do estudo (Figura 2).

Por outro lado, a partir da definição das feições de interesse na área de estudo e criadas as chamadas zonas tampão, como resultado obteve-se quase cem mil hectares de áreas destinadas à preservação/conservação ou não aptas para o cultivo de camarões (Figura 2).

Quanto às áreas caracterizadas com a presença de reflorestamento (*Pinus*), estas foram classificadas como propícias, mas com a ressalva de que são consideradas menos desejáveis no tocante a implantação da atividade. O motivo dessa separação também segue a premissa de ser uma atividade já consolidada e por ser considerada uma importante fonte de renda na região, buscando-se assim evitar possíveis conflitos de uso. Mesmo assim representam um importante espaço territorial que pode ser destinado, no futuro, para a implantação / desenvolvimento da carcinicultura marinha.

Em relação ao uso do critério capacidade de uso, o estudo buscou utilizar somente áreas com classe maior do que V, que possuem características impróprias para a agricultura ou que demandariam maiores investimentos para sua correção. Cunha *et al.* (1996) ressalta que o principal fator restritivo dessas áreas para o uso agrícola é a má drenagem, propiciando apenas a cultura de cebola. Como resultado final desse mapa temático, cerca de 19.000 hectares foram considerados como mais recomendados (64,40%) e cerca de 10.000 como menos desejados (35,60%), conforme a Figura 3A.

Quanto à utilização do critério tipo de solo (Tabela 1), procurou-se somente utilizar áreas com características de solo compatíveis com a atividade (arenosos, argilosos ou argilo-arenosos), excluindo áreas com teor orgânico elevado e que não são indicadas para a construção de viveiros (Barbieri Júnior & Neto, 2002; Peixoto *et al.*, 2005). Assim, quase 24.000 hectares foram considerados impróprios para o desenvolvimento da atividade (Figura 3B).

Assim, no presente estudo observou-se que as áreas com alto teor orgânico representaram essencialmente locais com presença de vegetação de marisma, banhados e áreas próximas a corpos d'água. Essas áreas já tinham sido postas anteriormente como zonas tampão, isto é, excluídas das áreas aptas (Figura 1). Essa etapa da análise mostrou aos autores que a construção dos buffers anteriormente se mostrou apropriada.

A partir da definição das áreas propícias, utilizou-se o critério referente a distância da fonte de água (Lagoa dos patos e Oceano Atlântico) para locais destinados a construção de viveiros (Figura 4A). Justifica-se a utilização deste critério devido aos altos custos de captação e construção do sistema de distribuição de água em um empreendimento aquícola. Fato que pode vir a inviabilizar a implantação e desenvolvimento do mesmo (Lee & Wickins, 1997).

Corroborando com a necessidade de inclusão desse critério em estudos de seleção de áreas aquícolas, a disponibilidade e qualidade de água é o critério ambiental mais importante a se analisar (Pérez *et al.*, 2003; Dennis *et al.*, 2003; Salam *et al.*, 2005). Por exemplo, em um estudo de planejamento da aquíicultura realizado no Vietnã, Giap *et al.* (2005) consideraram esse fator como de grande relevância.

Como resultado obteve-se, para o critério áreas propícias *versus* distância de fonte de água, mais de 4.500 ha com condições excelentes para implantação da atividade (12,79% do total das áreas propícias). Outros 6.800 ha (19,39%) foram considerados com boa condição para implantação de cultivos e 7.500 ha considerados na margem do aceitável (21,22%). O restante da área, pouco mais de 16.000 hectares (46,6%), foi avaliada como não recomendadas para a aquíicultura (Fig. 4A).

Assim, quando analisamos o critério áreas propícias *versus* distância de vias públicas, pouco menos de 14.000 ha foram considerados com condições excelentes para implantação da atividade (44,30%). Cerca de 7.500 ha com boa condição (23,81%) e 5.800 ha considerados na margem do aceitável (18,40%). Por último, áreas avaliadas como não recomendadas constituíram mais de 4.200 ha (13,49%), Fig. 4B.

Quando comparada a área total descrita em excelente condição para a atividade na região com outros estudos, observamos que a quantidade em hectare encontrada é considerável. Por exemplo, Giap *et al.* (2005) relatam que em seu estudo na província de Haiphong no Vietnã, estimou-se que cerca de 30% (2.604 ha) do total da área disponível, foi altamente apropriada para cultivo de camarões. Principalmente em se tratando que a área existente já utilizada para o cultivo era de apenas 1.690 ha.

Quanto a grande fração encontrada como não recomendada pelo critério distância para a captação de água

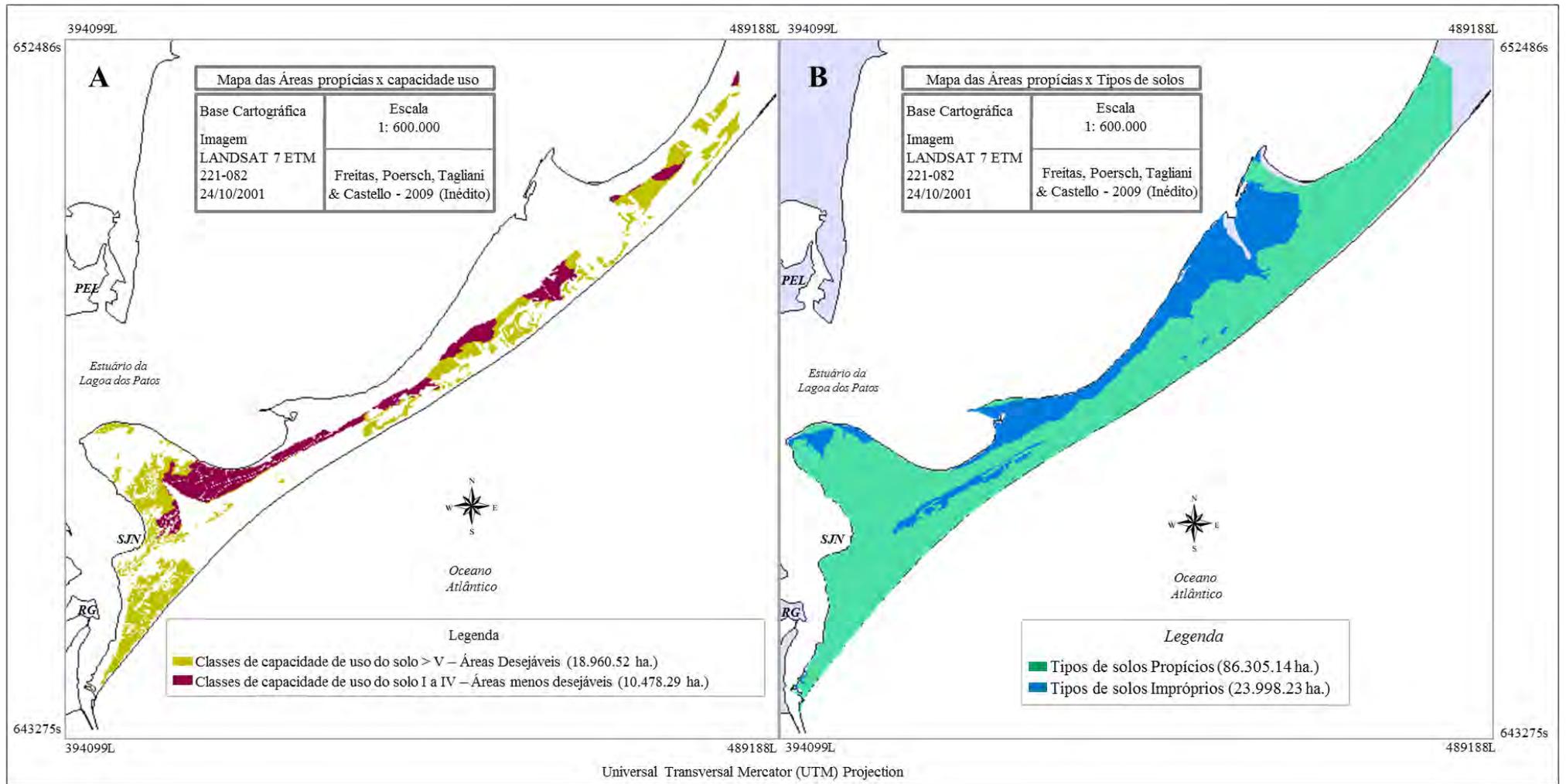


Figura 3 - A. Mapa temático representando as classes de capacidade de uso do solo local. B. Mapa temático de exclusão quanto ao tipo de solo.

Figure 3 - A. Thematic map representing the classes of local soil usability. B. Thematic map of exclusion as to soil type.

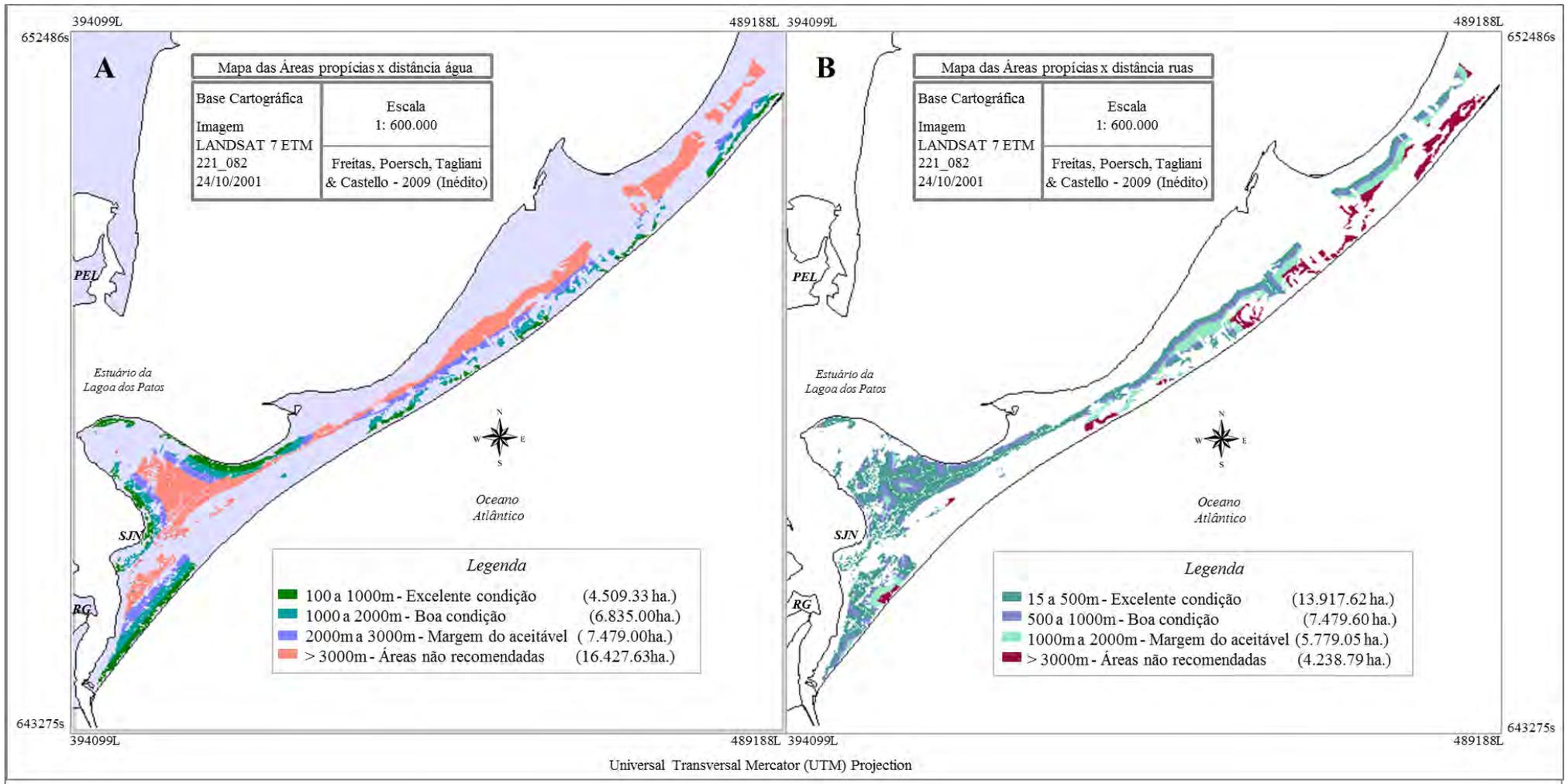


Figura 4 - A. Mapa temático representando a escala de atratividade para o critério distância da captação de água (Lagoa dos Patos e Oceano Atlântico). B. Mapa temático representando a escala de atratividade para o critério distância de vias públicas.

Figure 4 - A. Thematic map representing the attractiveness scale of distance water extraction (Patos Lagoon and the Atlantic Ocean). B. Thematic map representing the scale of distance of public roads attractiveness.

(46,60%) e os distintos valores obtidos como não recomendados (13,49%), considerando o critério distância de estradas, corroboram com a afirmação de que para diferentes critérios teremos diferentes resultados e que somente uma análise individual, sem considerar outros critérios em conjunto (escala de atratividade), não credencia e não assegura que uma determinada área é realmente apta para qualquer atividade econômica.<sup>3</sup>

Outro critério descritivo foi referente à distância para mercados consumidores. Como resultado de análise pode-se dizer que a produção gerada pelos cultivos no município será destinada ao município de Porto Alegre e pequena parte é consumida localmente e/ou vai para o município de Rio Grande. Já a distância até a capital do Estado é de cerca de 310 km e até Rio Grande o traslado é feito através de barco (cerca de 5 km). O fato de o principal centro consumidor ser distante não inviabiliza a comercialização, desde que seja feita uma despesa, armazenamento e transporte de forma higienicamente correta.

Foi também realizada a sobreposição destas informações, resultando em um mapa de atratividade final e destacando as áreas propícias para o cultivo de camarões marinhos em viveiros em São José do Norte (Figura 5).

Como resultado, obteve-se um mapa com a escala de atratividade variando de prioridade 1 a 4, sendo que cerca de 5.300 ha (16,84%) foram considerados com características mais atrativas, isto é, com excelentes condições; cerca de 14.600 ha (46,78%) com condições boas; cerca de 10.600 ha (33,95%) na margem do recomendado para a atividade; e por último, uma pequena fração, cerca de 760 ha (2,43%), como áreas aptas, mas não recomendadas.

#### 4. Considerações Finais

A análise das características geomorfológicas, disponibilidade de água, acessibilidade a mercado e insumos, mão de obra disponível, eletrificação e suporte técnico

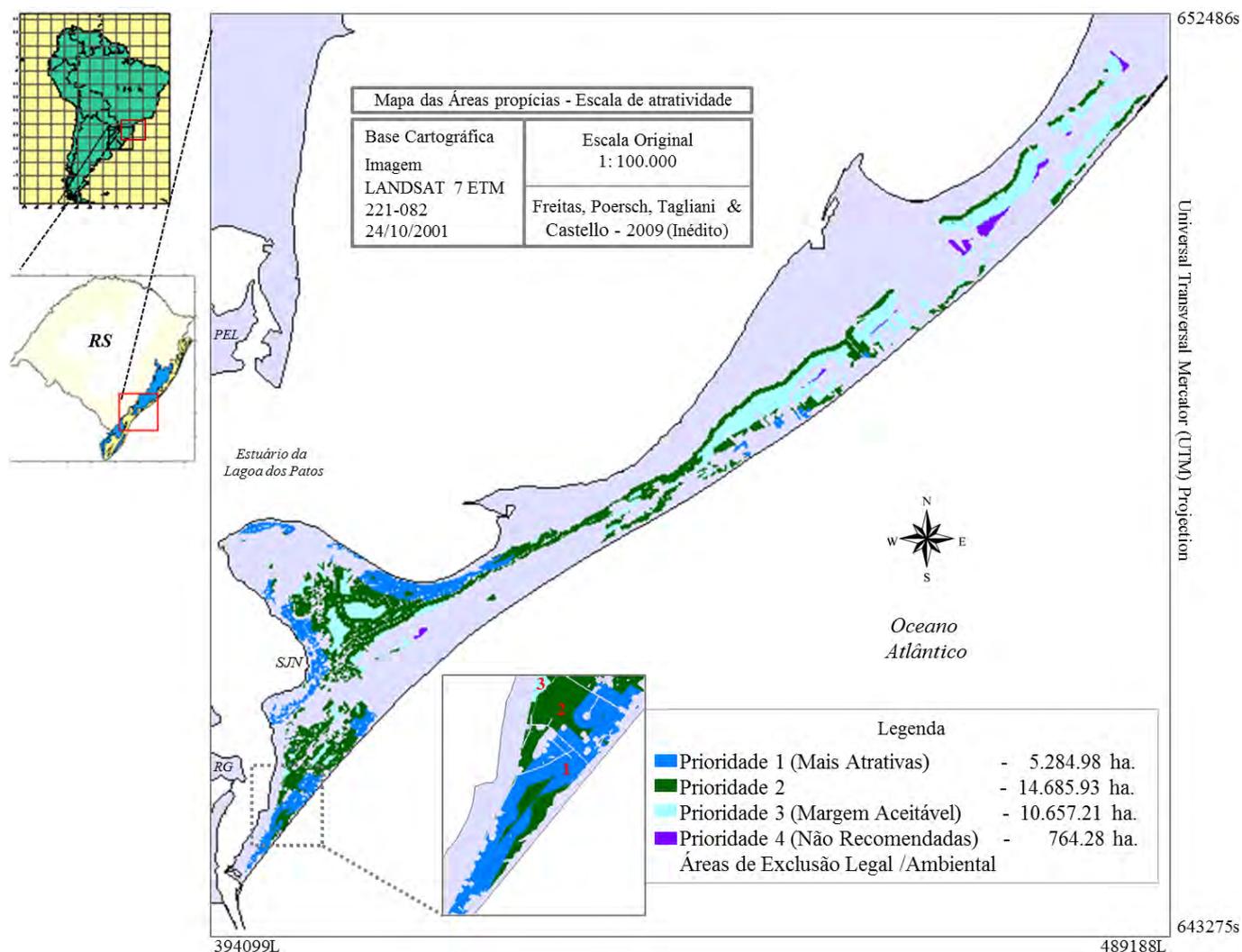


Figura 5 - Mapa de atratividade final - cultivo de camarões marinhos em viveiros (SJN).

Figure 5 - Final attractiveness map - Marine shrimp farm earth ponds (SJN).

na região do estudo, indicaram uma condição amplamente favorável a carcinicultura marinha em viveiros de terra na região. As áreas classificadas com potencial alto e médio podem manter um ótimo nível de produção e, mesmo as áreas consideradas de baixo potencial, com diferentes demandas de investimento, podem alcançar os mesmos patamares produtivos.

Dentre as áreas que apresentam maior atratividade, a região próxima à boca da barra (destacada na Figura 5) apresenta grande potencial para a atividade, principalmente devido à proximidade tanto do mar como também da Lagoa dos Patos, o que facilita a captação da água para o cultivo. Além disso, embora seja uma área aparentemente isolada, há facilidade no acesso de certa forma, através da rodovia BR-101 e estradas vicinais. A região observa-se o predomínio de atividades agrícolas, indicando que já houve modificação no ambiente, reduzindo a chance de possíveis impactos causados pela implantação dos cultivos, que inclusive já existem naquele local. Por último, salienta-se que o uso das ferramentas disponíveis em SIG é eficaz no auxílio de tomada de decisão, especialmente no planejamento de usos da zona costeira. Talvez a maior contribuição dessas ferramentas seja o fato de que são flexíveis o suficiente para incorporar os aportes técnicos de várias áreas do conhecimento para a tomada de decisão.

A partir de uma base georreferenciada, é possível modelar as opções levando em conta também a percepção da comunidade envolvida como o assunto em foco. Isso diminui a subjetividade e valida de modo bastante democrático a tomada de decisão no processo de planejamento ambiental.

#### Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelo Governo Federal do Brasil, Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT / CT-HIDRO), Fundo Setorial de Recursos Hídricos / Ministério do Meio Ambiente - MMA / Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

#### References

- Aguilar-Manjarrez, J.; Ross, L.G. (1995) – Geographical information system (GIS) environmental models for aquaculture development in Sinaloa State. *Aquaculture International*, 3(2):103-115. DOI: 10.1007/BF00117877
- Baena, E.S. (2005) - A rentabilidade econômica da cultura do eucalipto e sua contribuição ao agronegócio brasileiro. *Revista Conhecimento Interativo* (ISSN: 1809-3442), 1(1):3-9, Faculdade Metropolitana de Curitiba, São José dos Pinhais, PR, Brasil. Disponível on-line em [http://www.florestalouroverde.com.br/florestalouroverde.com.br\\_rentabilidade\\_eucalipto.pdf](http://www.florestalouroverde.com.br/florestalouroverde.com.br_rentabilidade_eucalipto.pdf)
- Barbieri Júnior, R.C.; Neto, A.O. (2002) - *Camarões marinhos: Engorda*. 370p., Aprenda Fácil, Viçosa, MG, Brasil. ISBN: 8588216167
- Beltrame, E.; Bonetti Filho J.; Bonetti, C. (2006) - Pre-selection of areas for shrimp culture in a subtropical Brazilian lagoon based on multicriteria hydrological evaluation. *Journal of Coastal Research* (ISSN: 0749-0208), S139:1838-1842, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em [http://siaiacad09.univali.br/ics2004/arquivos/388\\_beltrame.pdf](http://siaiacad09.univali.br/ics2004/arquivos/388_beltrame.pdf)
- Buitrago, J.; Rada, M.; Hernández, H.; Buitrago, E. (2005) - A single use site selection technique, using GIS, for aquaculture planning: choosing locations for mangrove oyster raft culture in Margarita Island, Venezuela. *Environmental Management*. 35(5):544-556. DOI: 10.1007/s00267-004-0087-9
- Capitoli, R.R.; Bemvenuti, C.E. (2004) - Distribuição do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) na área estuarina da Lagoa dos Patos e Canal São Gonçalo. *Anais do VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros*. 110(1):98-107, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, São José dos Campos, SP, Brasil.
- Chen, S.; Chen, L.; Liu, Q.; Li, X.; Tan, Q. (2005) - Remote sensing and GIS-based integrated analysis of coastal changes and their environmental impacts in Lingding Bay. *Ocean & Coast Management*, 48(1):65-83. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2004.11.004
- Corbin, J.S.; Young, L. (1997) - Planning, Regulation, and Administration of Sustainable Aquaculture. In: Bardach, J. E. (Editor) - *Sustainable Aquaculture*, pp. 201-233, John Wiley & Sons, Inc, New York, USA. ISBN: 978-0471148296. Disponível on-line em <http://cabdirect.org/abstracts/19981806061.html>
- Cordazzo, C.V.; Seeliger, U. (1998) - *Guia Ilustrado da Vegetação Costeira do Extremo Sul do Brasil*. 275p., Editora da FURG, Rio Grande, RS, Brasil. ISBN: 8585042222.
- Crepani, E.; Medeiros, J.S. (2003) - Carcinicultura em apicum no litoral do Piauí: uma análise com sensoriamento remoto e geoprocessamento. *Anais eletrônicos, Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto - XI*, INPE, Belo Horizonte, MG, Brasil. Disponível on-line em [http://mar.tepico.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbstr/2002/11.13.17.36/doc/13\\_146.pdf](http://mar.tepico.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbstr/2002/11.13.17.36/doc/13_146.pdf)
- Cunha, N.G.; Silveira, R.J.C.; Severo, C.R.S. (1996) - *Estudo dos solos do município de Rio Grande*. 74p., Universitária/UFPEL, Pelotas, RS, Brasil. Disponível on-line em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/737762/6/RioGrande.pdf>
- Dennis, M.; Tammy, T.; Baldwin, K.; Kevin, F. (2003) - Aquaculture development potential in Arizona: a GIS-based approach. *World Aquaculture* (ISSN: 1041-5602). 34(4):32-35, World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. Disponível on-line em <https://www.was.org/magazine/ArticleContent.aspx?Id=147>
- FAO (1997) - *Support to special plan for prawn and shrimp farming: site selection towards sustainable shrimp aquaculture*. Food and Agriculture Organization (FAO), Bangkok, Tailândia. Disponível on-line em <http://www.fao.org/docrep/field/377199.htm>
- FAO (2010) - *The state of world fisheries and aquaculture*. 218p., Food and Agriculture Organization (FAO), Roma, Italia. ISBN: 978-9251066751. Disponível on-line em <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf>
- Figueiredo, A.S.; Calliari, L.J. (2006) - Sedimentologia e suas Implicações na morfodinâmica das Praias adjacentes às desembocaduras da linha de costa do Rio Grande do Sul. *Gravel* (ISSN: 1678-5975), 4(1):73-87, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Frankic, A. (1998) - *A framework for planning sustainable development in coastal regions: an island pilot project in Croatia*. 124p., Dissertação, Virginia Institute of Marine Science, Virgínia, USA. Disponível on-line em <http://web.vims.edu/library/Frankic/Frankic.pdf>
- Freitas, D.M.; Tagliani, P.R.A. (2007) – Spatial Planning of Shrimp Farming in the Patos Lagoon Estuary (Southern Brazil): An Integrated Coastal Management Approach. *Journal of Coastal Research*, S147:136-140. DOI: 10.2112/1551-5036-47.sp1.136
- Freitas, R.R.; Vinatea, L.; Netto, S. (2009) - Analysis of the marine shrimp culture production chain in Southern Brazil. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 81(2):287-295. DOI: 10.1590/S0001-37652009000200015
- Freitas, R.R.; Tagliani, C.R.A.; Poersch, L.H.D.S.; Tagliani, P.R.A. (2009) - Gestão de ambientes costeiros: uso de SIG como apoio a decisão na implantação de fazendas de camarões marinhos, I-

- Iha da Torotama, *Revista da Gestão Costeira Integrada* 9(3):45-54 DOI: 10.5894/rgci164
- Garcia, C.A.E. (1998) - Características hidrográficas. In: U. Seeliger, C. Odebrecht & J.P. Castello (Eds.), *Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil*, pp.18-21. Editora Ecoscientia. Rio Grande, RS, Brasil.
- GESAMP (2000) - *Principality of Monaco: report of the 30th Session*. 68p., GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint group of experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), Reports and Studies n°. 69, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. Disponível on-line em <http://www.gesamp.org/publications/publication-displaypages/rs69>
- Giap, D.H.; Yi, Y.; Yakupitiyage, A. (2005) - GIS for land evaluation for shrimp farming in Haiphong of Vietnam. *Ocean Coast Manage*, 48(1):51-63. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2004.11.003
- 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
- Gowing, J.; Ocampo-Thomason, P. (2007) - Exploratory analysis of the comparative environmental costs of shrimp farming and rice farming in coastal areas. In: D.M. Bartley, C. Brugère, D. Soto, P. Gerber & B. Harvey, B. (eds.), *Comparative assessment of the environmental costs of aquaculture and other food production sectors: methods for meaningful comparisons*, pp.201-220, FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Rome, Itália. ISBN: 978-9251058633. Disponível on-line em <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1445e/a1445e.pdf>
- Hossain, M.S.; Chowdhury, S.R.; Das, N.G.; Rahaman, M.M. (2007) - Multi-criteria evaluation approach to GIS-based land-suitability classification for tilapia farming in Bangladesh. *Aquaculture International*, 15(5):425-443. DOI: 10.1007/s10499-007-9109-y
- Kampel, M.; Amaral, S.; Soares, M.L.G. (2005) - Imagens CCD/CBERS e TM/Landsat para análise multi-temporal de manguezais no nordeste brasileiro: um estudo no litoral do Estado do Ceará. *Anais eletrônicos, XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, pp.979-986, Goiânia, Goiás, Brasil. Disponível on-line em [http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers\\_XIISBSR/408\\_KAS\\_XIISBSR\\_Final.pdf](http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers_XIISBSR/408_KAS_XIISBSR_Final.pdf)
- Kapetsky, J.M.; Hill, J.M.; Worthy, L.D.; Evans, D.L. (1988) - A geographical information system for catfish farming development. *Aquaculture*, 68(4):311-320. DOI: 10.1016/0044-8486(88)90245-1
- Karthika, M.; Surib, J.; Neelam S.; Biradar, R.S. (2005) - Brackish water aquaculture site selection in Palghar Taluk, Thane district of Maharashtra, India, using the techniques of remote sensing and geographical information system. *Aquacultural Engineering*, 32(2):285-302. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2004.05.009
- Lee, D.O.C.; Wickins, J.F. (1997) - *Cultivo de crustáceos*. 466p., Acribia S.A., Zaragoza, Espanha. ISBN: 978-8420007960
- Lepsch, I.F.; Bellinazzi Jr., R.; Bertolini, D.; Espíndola, C.R. (1983) - *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*, 175p., Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, SP, Brasil.
- 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(8-9):612-624. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2008.06.010.
- McLeod, I.; Pantus, F.; Preston, N. (2002) - The use of geographic information system for land-base aquaculture planning. *Aquaculture Research*, 33(4):241-250. DOI: 10.1046/j.1355-557x.2001.00667.x
- Moles, P.; Bunge, J. (2002) - *Shrimp farming in Brazil: an industry overview*. 26p., World Bank / FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) / WWF (World Wildlife Fund) / NACA (Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific) Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Disponível on-line em <http://library.enaca.org/Shrimp/Case/LatinAmerica/Brazil/ShrimpFarmingBrazil.pdf>
- Möller, O.; Fernandes, E. (2010) - Hidrologia e Hidrodinâmica. In: U. Seeliger & C. Odebrecht (eds.), *O Estuário da Lagoa dos Patos: Um século de transformações*, pp.17-27, FURG, Rio Grande, RS, Brasil.
- Moura, A.R.L.U.; Sá, L.T.L.; Lima, G.M.; Alves, F.P. (2002) - Utilização de técnicas de sensoriamento remoto na identificação de áreas estuarinas do Canal de Santa Cruz e Rio Jaguaribe - Pernambuco. *Anais eletrônicos, Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (COBRAC)*, Florianópolis, SC, Brasil, Disponível on-line em [http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac\\_2002/043/043.htm](http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2002/043/043.htm)
- Oliveira, A.O.; Calliari L.J. (2006) - Morfodinâmica da Praia do Mar Grosso, São José do Norte/RS. *Gravel* (ISSN: 1678-5975), 4(1):23-36, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível on-line em [http://www.ufrgs.br/gravel/4/Gravel\\_4\\_02.pdf](http://www.ufrgs.br/gravel/4/Gravel_4_02.pdf)
- Peixoto, S.; Wasielesky J.R.; Cavalli, R.O.; Santos, M.H.S.; Poersch, L.H.S. (2005) - Diretrizes para o desenvolvimento responsável da carcinicultura na região do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Gerenciamento Costeiro Integrado*, 4:1-4, Itajaí, SC, Brasil.
- Pérez, O.M.; Telfer, T.C.; Beveridge, M.C.M.; Ross, L.G. (2002) - Geographical Information Systems (GIS) as a Simple Tool to Aid Modelling of Particulate Waste Distribution at Marine Fish Cage Sites. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54(4):761-768. DOI: 10.1006/ecss.2001.0870
- Pérez, O.M.; Telfer, T.C.; Ross, L.G. (2003) - Use of GIS-Based Models for Integrating and Developing Marine Fish Cages within the Tourism Industry in Tenerife (Canary Islands). *Coastal Management*, 31(4):355-366. DOI: 10.1080/08920750390232992
- Poersch, L.; Cavalli, R. O.; Wasielesky Junior, W. (2006) - Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos de camarões marinhos no estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Ciência Rural* (ISSN: 0103-8478), 36(4):1337-1343, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brazil. DOI: 10.1590/S0103-84782006000400051
- Poli, C.R.; Borghetti, J.R.; Grumann, A. (2000) - Situação Atual da Aqüicultura na Região Sul. In: C.R. Poli & A. Grumann (eds.), *Aqüicultura no Brasil: Bases para um desenvolvimento sustentável*, pp. 323-351, CNPQ/ Ministério da Ciência e Tecnologia, Florianópolis, SC, Brasil. ISBN: 8587632094.
- Prein, M.; Ahmed, M. (2000) - Integration of aquaculture into smallholder farming systems for improved food security and household nutrition. *Food and nutrition bulletin* (ISSN: 1564-8265), 21(4):466-471, The United Nations University, Boston, USA. Disponível on-line em <http://nsinf.publisher.ingentaconnect.com/content/nsinf/fnb/2000/00000021/00000004/art00024>
- 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.) (1993) - *Environment and aquaculture in developing countries*. 359p., International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Filipinas; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Frankfurt, Alemanha. ISBN: 9718709266. Disponível on-line em [http://www.worldfishcenter.org/libinfo/Pdf/PubCP6\\_31.pdf](http://www.worldfishcenter.org/libinfo/Pdf/PubCP6_31.pdf)
- Prost, M. T. (2001) - *Manguezais paraenses: recursos naturais, usos sociais e indicadores para a sustentabilidade*. 62p., Relatório

- rio Final, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA, Brasil. Disponível on-line em <http://hdl.handle.net/10625/31220>
- Radiarta, I.N.; Saitoh, S.; Miyazono, A. (2008) - GIS-based multicriteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. *Aquaculture*, 284(1-4):127-135. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.07.048
- Rajitha, K.; Mukherjee, C.K.; Chandran, R.V. (2007) - Applications of remote sensing and GIS for suitable management of shrimp culture in India. *Aquacultural Engineering*, 36(1):1-17. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2006.05.003
- Salam, M.A.; Khatun, N.A.; Ali, M.M. (2005) - Carp farming potential in Barhatta Upazilla, Bangladesh: a GIS methodological perspective. *Aquaculture*, 245(1-4):75-87. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.10.030
- Souto, M.V.S.E.; Amaro, V.E. (2005) - Aplicação das técnicas de geoprocessamento para o mapeamento da Vulnerabilidade Natural para a região da Ponta do Tubarão, litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, município de Macau. *Anais eletrônicos, XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pp. 2773-2778, Goiânia, GO, Brasil. Disponível on-line em <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.18.35/doc/2773.pdf>
- Tagliani, C.R.A., Vicens, R.S. (2003) - Mapeamento da vegetação e uso do solo nos entornos do estuário da Laguna dos Patos, RS, utilizando técnicas de processamento digital de imagem do SIG SPRING. *Anais eletrônicos, XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pp.1461-1468, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Tagliani, P.R.A.; Silva, T.S. (2011) - As macro funções ambientais e o planejamento espacial da região. pp. 161-168, *In: Paulo Roberto Armanini Tagliani. (Org.). Ecologia da paisagem da restinga da Lagoa dos Patos: uma contribuição para o manejo e conservação da reserva da biosfera*. Editora da FURG, Rio Grande, RS, Brasil.
- Torres, C.; Andrade, C. (2010) - Processo de decisão de Análise Espacial na seleção de áreas ótimas para a Aquicultura Marinha: O exemplo da Ilha da Madeira. Setembro de 2010. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 10(3):321-330. DOI: 10.5894/rgci180
- Vitalli, P.D.L.; Zákia, M.J.B.; Durigan, G. (2009) - Considerações sobre a legislação correlata à zona-tampão de unidades de conservação no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, 12(1):67-82. DOI: 10.1590/S1414-753X2009000100006.
- Völcker, C.M., Scott, P. (2008) - SIG e sensoriamento remoto para a determinação do potencial da aquicultura no Baixo São João – RJ. *Sistemas e Gestão* (ISSN: 1980-5160), 3(3):196-215. UFF, Niterói, RJ, Brasil. Disponível on-line em <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/SGV3N3A3/59>
- Ucha, J.M.; Hadlich, G.M.; Carvalho, E.G.S. (2011) - Manguezais e carcinicultura no baixo sul da Bahia, p. 5002-5008, *Anais eletrônicos, XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. MCT/INPE, Curitiba, PR, Brasil. Disponível on-line em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0354.pdf>

## **Gestão Ambiental Portuária: fragilidades, desafios e potencialidades no porto do Rio Grande, RS, Brasil \***

Andréia Vigolo Lourenço<sup>@, a</sup>; Milton Lafourcade Asmus<sup>a</sup>

### **Resumo**

Estabelecida tardiamente em comparação ao cenário internacional, a gestão ambiental portuária no Brasil ocorre principalmente com base nos processos de licenciamento ambiental. As condicionantes destes processos licenciatórios refletem o quanto a gestão não está embasada no planejamento ambiental, mas na mitigação de impactos já existentes. Além disso, a gestão ambiental ocorre de forma fragmentada e descompassada com o desenvolvimento portuário, sendo necessárias políticas nacionais que permitam articular os processos produtivos portuários com sustentabilidade ambiental. Este artigo descreve os resultados de um diagnóstico detalhado dos processos de gestão e planejamento ambiental do Porto do Rio Grande, RS - Brasil, enquanto elemento representativo do subsetor portuário brasileiro, cujo modelo de gestão ambiental ainda é fragmentado e de implementação incipiente. Este trabalho reflete a experiência da primeira autora no âmbito da Divisão de Meio Ambiente, Saúde e Segurança do Trabalho no Porto do Rio Grande (DMASS). Ele foi desenvolvido com base em uma metodologia de pesquisa qualitativa que se utilizou de sistematização documental e entrevistas estruturadas com os principais atores envolvidos nas ações de gestão e planejamento ambiental portuário em âmbito nacional e local. Como ferramentas metodológicas, as vivências institucionais na DMASS demonstraram-se positivas para a realização de uma avaliação qualitativa crítica dos processos de gestão ambiental portuária. As entrevistas, por sua vez, permitiram um maior embasamento sobre temas de políticas públicas ambientais e governança dentro da conjuntura portuária, tornando-se peça chave para corroborar com as informações levantadas ao longo da pesquisa. Por fim, com base nesta análise, o trabalho relata as fragilidades, desafios e potencialidades da gestão ambiental portuária no Porto do Rio Grande, que permitem dar suporte às tomadas de decisão em nível local e, concomitantemente, contribuir para melhorias dos processos de gestão ambiental nos demais portos brasileiros.

**Palavras-chave:** costeiro, análise qualitativa, manejo ambiental, zona costeira, políticas públicas

### **Abstract**

*Port Environmental Management: weaknesses, challenges and opportunities in the Port of Rio Grande, RS, Brazil*

*Lately established when compared to the international scenario, the port environmental management in Brazil is mainly based on the processes of environmental licensing. The conditions of these license processes reflect how management is not related to environmental planning, but instead in mitigating existing impacts. In addition, environmental management occurs in a fragmented way and not in phase with port development, arising the need of national policies that allow connections between port processes with environmental sustainability. This article describes the results of a detailed diagnosis of the processes of environmental planning and management of the Port of Rio Grande, RS - Brazil, as a representative of the Brazilian port sub-sector, whose model of environmental management is still fragmented and barely implemented. The work also reflects the experience of the first author who acted for some time under the Division of Environment, Health and Safety in the Port of Rio Grande (DMASS). It was developed based on a qualitative research methodology applied to document analyses and semi-structured interviews with key actors involved in the actions of port planning and management environmental at national and local levels. The institutional experiences at DMASS was shown as a positive methodological tool for conducting the qualitative assessment of the critical processes related to port environmental management. The interviews, in turn, permitted a better basis on issues of public policy and environmental governance within the port environment, becoming a key part to corroboration.*

<sup>@</sup> Corresponding author to whom correspondence should be addressed.

<sup>a</sup> Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Instituto de Oceanografia, Laboratório de Gerenciamento Costeiro, Av. Itália, km 8 S/N. Campus Carreiros. Rio Grande, RS, CEP 96201-900, Brasil. e-mails: Lourenço <andrea.vigolo@gmail.com>; Asmus <docasmus@furg.br>

\* Submission: 8 MAR 2014; Peer review: 10 MAY 2014; Revised: 27 AUG 2014; Accepted: 21 OCT 2014; Available on-line: 24 OCT 2014



rate the information gathered during the research. Finally, based on this analysis, the paper describes the weaknesses, challenges and potential of port environmental management at the Port of Rio Grande, which can allow support to decision-making at the local level and, at the same time, to contribute to the improvements of environmental management processes in other Brazilian ports.

**Keywords:** coastal management, qualitative analysis, environmental management, coastal zone policies

## 1. Introdução

As operações portuárias, mesmo sendo consideradas atividades de caráter estratégico e indispensável para o desenvolvimento econômico e social, não estão isentas de implicações ambientais. Nesse caso, a existência dos portos está necessariamente atrelada às condições do ambiente no qual estão inseridos. Tal atividade envolve tanto estruturas quanto processos complexos e, ao mesmo tempo em que os portos foram e têm sido consequência do desenvolvimento e globalização, funcionando como promotores do mesmo, as dimensões ambientais, naturais e urbanas no cotidiano das atividades portuárias também devem ser priorizadas. Dessa forma, o desenvolvimento ambientalmente adequado dos portos tem se tornado imperativo em todos os graus. Sociedade, atores e clientes enxergam esse desenvolvimento como uma necessidade para a aceitação dos portos em escala econômica. Nesse sentido, cada vez mais a legislação ambiental vem exigindo dos gestores portuários agir em um caminho ambientalmente mais adequado, pois a prática tem mostrado que essa postura pode também se tornar uma importante razão comercial (ESPO, 2003).

Uma análise detalhada dos sistemas portuários indica que suas atividades não se resumem apenas aos aspectos de manuseio de carga, que acontecem na beira do cais e em suas adjacências. Seus processos também envolvem consequências ambientais, sendo que, muitas vezes, essas consequências vão além dos limites legais desses portos (AAPA, 1998; Porto, 2011). Projetos de expansão de instalações portuárias ocasionam alterações na dinâmica costeira, podendo induzir alterações na linha de costa, supressão de ecossistemas marinhos ou costeiros, alterações na paisagem, além do comprometimento dos recursos ambientais para outros usos como turismo, pesca e transporte local (Cunha, 2008).

Comumente atrelada às atividades portuárias está a indústria petrolífera, a qual, por meio da instalação e operação de plataformas e dutos, interfere diretamente na qualidade ambiental da zona costeira, influenciando o crescimento de cidades e interferindo nas atividades socioeconômicas das populações locais (AAPA, 1998). As dragagens para manutenção do calado de navegação e manobras de atracação/desatracação também figuram como outras atividades do setor portuário que resultam em impactos ambientais, causando modificações na hidrodinâmica e no equilíbrio sedimentar do ambiente.

Esse cenário pode ser agravado devido ao uso inadequado do solo ao longo da bacia de drenagem que deságua nos canais de navegação dos portos. Consequentemente, isso pode implicar no aumento da demanda por dragagens de manutenção (GLMRI, 2009; ANTAQ, 2014). A presença de instalações subutilizadas, por outro lado, significa também um consumo desnecessário do meio ambiente, implicando no desperdício de recursos naturais e financeiros (Porto & Teixeira, 2002).

Portanto, de maneira geral os impactos ambientais devem ser sistematizados com base em todos os seus aspectos, levando em consideração os componentes ambientais e sociais existentes no contexto local. A identificação e compilação desses fatores consiste no primeiro passo para a tomada de decisões, na busca de um controle ambiental eficiente e efetivo e tal embasamento pode apoiar a implementação de instrumentos técnicos na adequação ambiental dos sistemas portuários. Na posse de informações adequadas, os gestores podem então definir medidas que objetivem a correção de eventuais falhas operacionais e estruturais que possam convergir para impactos ambientais em seus sítios. A gestão deixa de focar unicamente nos aspectos operacionais dos serviços portuários oferecidos e passa a levar em consideração seu desempenho ambiental. Aliado a isso, a regularização da atividade portuária junto a órgãos ambientais competentes pode encaminhar a prevenção e mitigação dos impactos, bem como a recuperação dos ambientes degradados (Chircop & Linden, 2006; Loureço, 2012).

Conciliar a atividade de transporte com um efetivo controle de emergências em saúde pública nos fluxos de passageiros e cargas é outro dos grandes desafios a serem enfrentados atualmente pelo setor portuário em âmbito global. Mas, de maneira geral, perante o desafio de promover o desenvolvimento da atividade portuária em harmonia com meio ambiente, ela deve ser possuída de uma lógica de planejamento e implementação de suas estruturas que contenham, de modo efetivo e eficaz, parâmetros de ajustes aos aspectos naturais locais, com proteção e gestão ambiental (ANTAQ, 2011; Porto, 2011). Nesse sentido, diversas têm sido as ações desenvolvidas globalmente com o intuito de compatibilizar a logística portuária com a preservação do meio ambiente, cujas proposições têm sido contempladas em diversos âmbitos. Algumas dessas ações são destacadas a seguir.

### **1.1. O contexto internacional: ações voltadas para o planejamento ambiental dos portos**

Em 2005, a Organização Mundial de Saúde (OMS) instituiu o Regulamento Sanitário Internacional (RSI), uma base para ser adequada especificamente em cada país e constituída por diversas determinações para as capacidades básicas dos portos (além de aeroportos e passagens de fronteiras terrestres). A implementação desse regulamento visa não apenas ajudar os países a gerenciar a propagação de doenças, como os diversos tipos de pandemias, monitorando os diferentes meios de transporte; mas também, por meio de acordos entre os países, especificar os direitos e deveres de cada Estado quanto à propagação das mesmas. Outra grande preocupação diz respeito à eliminação da descarga oleosa junto à água de lastro dos navios. Essa questão é bem reconhecida internacionalmente e, para atendê-la, tem sido buscados meios portuários adequados de recepção desses componentes, requeridos através da MARPOL 73/78 (WBG, 2001). Indo além da água de lastro, a MARPOL estabelece regras para a prevenção da poluição marinha provocada pelos navios de forma geral (óleo e outras formas de poluição). Em adição a essa preocupação, a Convenção Internacional sobre Mobilização de Recursos, Resposta e Cooperação contra Poluição por Óleo (OPRC/1990) busca estabelecer cooperações visando sistemas de resposta imediata de acidentes, através de instrumentos como Planos de Emergência e regramentos para prevenção da poluição causada por diversos tipos de substâncias (ANTAQ, 2011).

No âmbito dos Sistemas de Gestão Ambiental Portuária, algumas instituições possuem maior destaque na sua atuação estratégica, representadas pela IMO (International Maritime Organization), ECOPORTS (ECO-PORTS Foundation), ESPO (European Sea Ports Organization), e FEPORT (Federation of European Private Port Operators). Por outro lado, no cenário internacional portuário, Kitzmann & Asmus (2006) alertam que, apesar de os indicadores demonstrarem grandes avanços na logística dos portos com base no preço dos serviços, no tempo de espera de navios e valores investidos, eles não evidenciam a realidade portuária como um todo. Exemplo disso são várias questões trabalhistas (já que a mecanização se faz com a dispensa de mão-de-obra portuária), a qualificação profissional (ainda aquém das necessidades dos tomadores de serviço) e a própria gestão ambiental. Porto (2011) corrobora com essa assertiva ao afirmar que, globalmente, as atitudes em relação à proteção ambiental não foram iguais em tempo e nem em intensidade, razão pela qual hoje se busca uma uniformização dessas ações.

Pensando nessa uniformização das ações, a Organização dos Portos Marítimos da Europa tem identificado, desde o ano de 1996, as dez prioridades ambientais para os portos europeus, tendo como critério de análise a

geografia e a dimensão portuária. Dessa forma, foram identificadas para o último quadriênio, por ordem de prioridade: 1 - qualidade do ar; 2 - resíduos portuários; 3 - consumo de energia; 4 - ruídos; 5 - resíduos navais; 6 - relações com a comunidade local; 7 - operações de dragagem; 8 - contaminação do ar; 9 - desenvolvimento do porto em terra; 10 - qualidade da água. Essa ferramenta tem permitido enxergar de que maneira essas duas características condicionam quali e quantitativamente diferentes desafios ambientais; e, como base nisso, respaldam ações específicas de gestão com base em cada característica. A partir disso, tem sido possível evidenciar, por exemplo, que portos localizados em estuários tendem a enfrentar mudanças relacionadas a dragagens, tanto com relação às operações quanto ao descarte de sedimentos. Por outro lado, esses tipos de portos enfrentam menos problemas relacionados à contaminação do ar, qualidade da água e relações com a comunidade local (ESPO, 2013). Dessa forma, a metodologia de identificação e análise desses elementos, com potencial para ser aplicado em qualquer contexto portuário, permite estabelecer práticas de gestão com um embasamento profundo e sistêmico de acordo com cada contexto; uma ferramenta integradora, mas que parte da premissa de individualidade de cada sistema portuário.

### **1.2. O Cenário Nacional: potencialidades e fragilidades da gestão ambiental portuária**

No Brasil, muitas das políticas públicas voltadas para a área ambiental dos portos brasileiros refletem a internalização desses acordos internacionais, voltados principalmente para questões de segurança portuária. Por outro lado, a inadequação de algumas políticas nacionais se expressa pelo fato de que a dimensão ambiental não foi contemplada de forma decisiva na implementação das recentes reformas do setor portuário brasileiro (Kitzmann & Asmus, 2006). Essa questão torna-se imprescindível para a gestão ambiental portuária, pois, segundo Porto (2011), o sistema produtivo somente incorpora novos padrões se eles estiverem em regulamentos compulsórios, como as leis, ou quando esses dispositivos adicionais trazem vantagens competitivas. Em adição a isso, tal fato é corroborado pela ausência de ações específicas e detalhadas de gestão ambiental contida na Lei dos Portos (Lei nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993), mas sim apenas leves nuances de obrigações de se zelar pelo meio ambiente, uma exigência muito vaga ao tentar se pensar no âmbito da prevenção, planejamento e mitigação dos impactos ambientais das atividades portuárias.

A partir do ano de 2013, com a nova Lei dos Portos (Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013), foram contemplados alguns elementos ambientais, mas ainda de forma restrita e sintética: 1 – emissão, pelo órgão licencia-

dor, do termo de referência para os estudos ambientais com vistas ao licenciamento como requisito para a instalação portuária; 2 – monitoramento ambiental como uma das atividades do Programa Nacional de Dragagem; 3 – competência da administração portuária em zelar pela realização das atividades com respeito ao meio ambiente. Apesar de se ter avançado no âmbito das dragagens (com a inclusão do monitoramento ambiental no Plano Nacional de Dragagem), esse ponto ainda representa apenas um nó inserido na imensa rede de elementos ambientais que deveriam ser considerados pelas administrações portuárias; além disso, é possível observar que estes três elementos não dão respaldo para ações estratégicas, mas apenas conceitos gerais voltados para a gestão ambiental portuária.

Conforme previsto pela legislação, toda atividade econômica que cause significativo impacto no meio ambiente deve ser submetida ao licenciamento ambiental independente de outras autorizações exigidas por lei. No caso dos portos, o licenciamento ambiental é uma obrigação legal, prévia à instalação de qualquer empreendimento no qual há planejamento de infraestrutura portuária. A competência para autorizar e monitorar essa obrigação é compartilhada pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA: órgãos estaduais de meio ambiente e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Ainda assim, o cumprimento desses marcos regulatórios permanece problemático em razão da falta de conscientização, ausência de condições de infraestrutura, recursos financeiros, tecnologias e pessoal capacitado, tanto por parte dos regulados quanto dos reguladores (Kitzmann & Asmus, 2006).

Dessa forma, o licenciamento ambiental apresenta-se ainda muito incipiente no contexto portuário, já que a maioria dos portos não está adequadamente regulamentada. No cenário atual brasileiro, dos 44 portos existentes, apenas 23 possuem Licença de Operação (LO) válida ou em processo de renovação junto ao órgão ambiental competente, e oito estão completamente irregulares em seu processo de regularização ambiental (ANTAQ, 2013a). Ainda neste contexto, seis portos não possuem LO, mas estão contemplados no Programa Federal de Apoio à Regularização e Gestão Ambiental Portuária (PRGAP)<sup>1</sup>. Esse Programa foi criado com a finalidade de promover e apoiar, de forma continuada, a regularização ambiental dos portos e terminais portuários, no intuito de compatibilizar a necessidade de sua operação e manutenção às normas ambientais vigentes. Entretanto, ao se considerar pontualmente o licenciamento ambiental portuário, não é possível estabelecer uma relação direta equivalente entre a regularização ambiental e a manutenção da qualidade ambiental dos portos através

de uma gestão eficiente. Essa relação vai muito além dos caracteres formais.

De maneira geral, é possível afirmar que os portos considerados em melhor situação no quesito gestão ambiental são os instalados mais recentemente, uma vez que foram idealizados e implementados já na conjuntura das políticas ambientais nacionais. Em contrapartida, os portos instalados anteriormente a estas políticas ambientais - destacadamente a Lei do Óleo (Lei nº 9966, de 28 de Abril de 2000) e a primeira Lei dos Portos (Lei nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993), apresentam problemas tais como estruturas abandonadas, áreas inadequadas para as atividades de logísticas (Loureço, 2012) ou políticas que levam a conflitos de competências de gestão. Kitzmann & Asmus (2006) abordam essa problemática, ao afirmarem que as políticas ambientais portuárias representam um reflexo dos desafios trazidos pela implementação das reformas portuárias a partir da Lei de Modernização Portuária.

Assim, considerando as políticas portuárias nacionais ainda incipientes no que concerne à dimensão ambiental, o caso de estudo deste trabalho está contextualizado nesse cenário (ainda que com a primeira Licença de Ambiental emitida por órgão ambiental para um Porto Organizado no Brasil), na prática sua gestão ambiental ainda encontra-se aquém do ideal em termos ambientais (IBAMA, 2014, Loureço, 2012). Por fim, considerando tais aspectos, o objetivo central deste estudo é de avaliar elementos de gestão ambiental portuária, estruturados a partir de um diagnóstico qualitativo de um porto brasileiro relevante e, com base nisso, propor novas estratégias que servirão de base para processos de governança em âmbito nacional.

Portanto, como foi possível evidenciar, ainda há questões não resolvidas e em desacordo ao novo modelo portuário. Tais indicadores permanecem pouco considerados no cenário brasileiro, dificultando o padrão desejado e necessário para o estabelecimento de uma gestão ambiental portuária sólida e eficaz, capaz de garantir a sustentabilidade e qualidade do setor (Kitzmann & Asmus, 2006). A delimitação desse problema leva a uma análise que objetiva à metodologia descrita a seguir.

## 2. Metodologia

A determinação do cenário geral deste trabalho foi construído com base em instrumentos metodológicos de bibliográfica e documental sobre gestão e políticas ambientais portuárias foram construídos os cenários nacional e internacional no qual o Porto do Rio Grande está inserido, tanto com relação à sua importância estratégica de movimentação de cargas quanto pela sua

<sup>1</sup> Portaria interministerial MMA/SEP/PR nº 425, de 26 de outubro de 2011

importância ambiental. Portanto, tendo como base os principais marcos internacionais e todos os dispositivos legais no contexto ambiental portuário no Brasil, foi possível realizar um diagnóstico detalhado da situação da gestão ambiental portuária nesses dois âmbitos.

Objetivando realizar uma análise intensiva e aprofundada da gestão ambiental no Porto do Rio Grande, utilizou-se a metodologia do *estudo de caso*, definido por Godoy (1995). Para embasá-lo foi realizada uma coleta de dados orientada para a caracterização do sistema portuário-industrial de Rio Grande (Estado do Rio Grande do Sul), enfatizando as ações relacionadas ao licenciamento ambiental do Porto Organizado, permitindo analisar a sua situação institucional, bem como a integração desse sistema às demais atividades e seus principais impactos. Somado a isso, essas informações teóricas foram combinadas à experiência prática adquirida na rotina do Porto do Rio Grande (bem como vivências *in loco*) entre os anos de 2011 a 2013, através de atividades realizadas na Divisão de Meio Ambiente, Saúde e Segurança (DMASS) em questões relacionadas à Gestão Ambiental Portuária.

Também foram realizadas *entrevistas estruturadas* (Gil, 2008) com os principais atores e representantes de instituições inseridas no contexto analisado. Foram realizadas, no total, 10 entrevistas com representantes de instituições chave no planejamento, administração e gestão portuária no Brasil, sendo elas: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e Secretaria Especial de Portos (SEP). Dessa forma, a análise documental e o referencial teórico foram respaldados pelas respostas obtidas nas entrevistas, o que exigiu uma escolha cuidadosa de atores representativos. Todas as entrevistas ocorreram em Brasília, DF, em agosto de 2011, na sede das instituições, com técnicos, coordenadores e gestores relacionados às ações estratégicas no âmbito da gestão ambiental portuária, vinculadas ao licenciamento ambiental ou planejamento e políticas públicas para o setor. Os dados coletados a partir das entrevistas foram organizados através de, basicamente, duas etapas: 1) transcrição total das entrevistas; 2) organização dos dados e informações coletadas e análise sistemática de semelhanças e diferenças de discurso (Gil, 2008).

Como ferramentas metodológicas, as vivências institucionais na DMASS demonstraram-se positivas para a realização de uma avaliação qualitativa crítica (Ramires e Pessôa, 2009) dos processos de gestão ambiental portuária. As entrevistas, por sua vez, permitiram um maior embasamento sobre temas de políticas públicas ambientais e governança dentro da conjuntura portuária, tornando-se peças-chaves para corroborar com as informações levantadas ao longo da pesquisa.

### 3. Descrição da Área de Estudo – O Porto Organizado<sup>2</sup> do Rio Grande

O Porto do Rio Grande, porto em análise neste trabalho, está localizado no sul do Brasil, inserido na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul (RS), junto ao município de Rio Grande, situado no baixo estuário da Lagoa dos Patos (32° 07' 20" S e 52° 05' 32" W). O município de Rio Grande limita-se ao Norte pelo município de Pelotas e a Lagoa dos Patos; ao Sul pelo município de Santa Vitória do Palmar; à Leste pelo Oceano Atlântico; e a Oeste com os municípios de Pelotas e Arroio Grande através da Lagoa Mirim e Canal de São Gonçalo (Koehler & Asmus, 2010). A área de influência do Porto do Rio Grande compreende os Estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, o Uruguai, o norte da Argentina e o sul do Paraguai (Figura 1).

O Sistema Portuário em questão representa um importante marco histórico nacional nas adequações ambientais portuárias, uma vez que foi o primeiro porto organizado a obter uma licença ambiental junto ao órgão federal de meio ambiente (IBAMA, 2005; IBAMA, 2014). Tal fato torna-se significativo, uma vez que Rio Grande enquadra-se entre os dez portos que concentraram cerca de 90% da movimentação dos portos organizados brasileiros no último trimestre de 2013 e por ter apresentado nesse período um incremento de 1,2 milhão de toneladas em termos de crescimento de toneladas movimentadas (ANTAQ, 2013b), justificando a relevância estratégica do seu estudo.

No ano de 2013, o Porto do Rio Grande movimentou 20,5 milhões de toneladas em carga, apresentando um crescimento excepcional de 20,3% em relação a 2012, sendo responsável por 2,2% de toda movimentação observada nas instalações portuárias brasileiras em 2013 (ANTAQ, 2013b). Atualmente, encontra-se entre os 23 portos com a licença em vigor no Brasil (ANTAQ, 2013a). Entretanto, isso não exige a necessidade de analisá-lo sob o ponto de vista da gestão ambiental, principalmente ao se considerar a complexidade logística de seus terminais (Koehler & Asmus, 2009).

No porto são descarregados diariamente desde graneis líquidos e sólidos, carga geral, contêineres, pescados e veículos; além de uma grande maioria dos terminais contar também com atividades industriais (construção naval, industrial petroquímica, fertilizantes e alimentos) associadas em sua retroárea. Em 2013, as principais

<sup>2</sup> De acordo com a Lei nº 12.815/2003, *Porto Organizado* é considerado como o bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária.

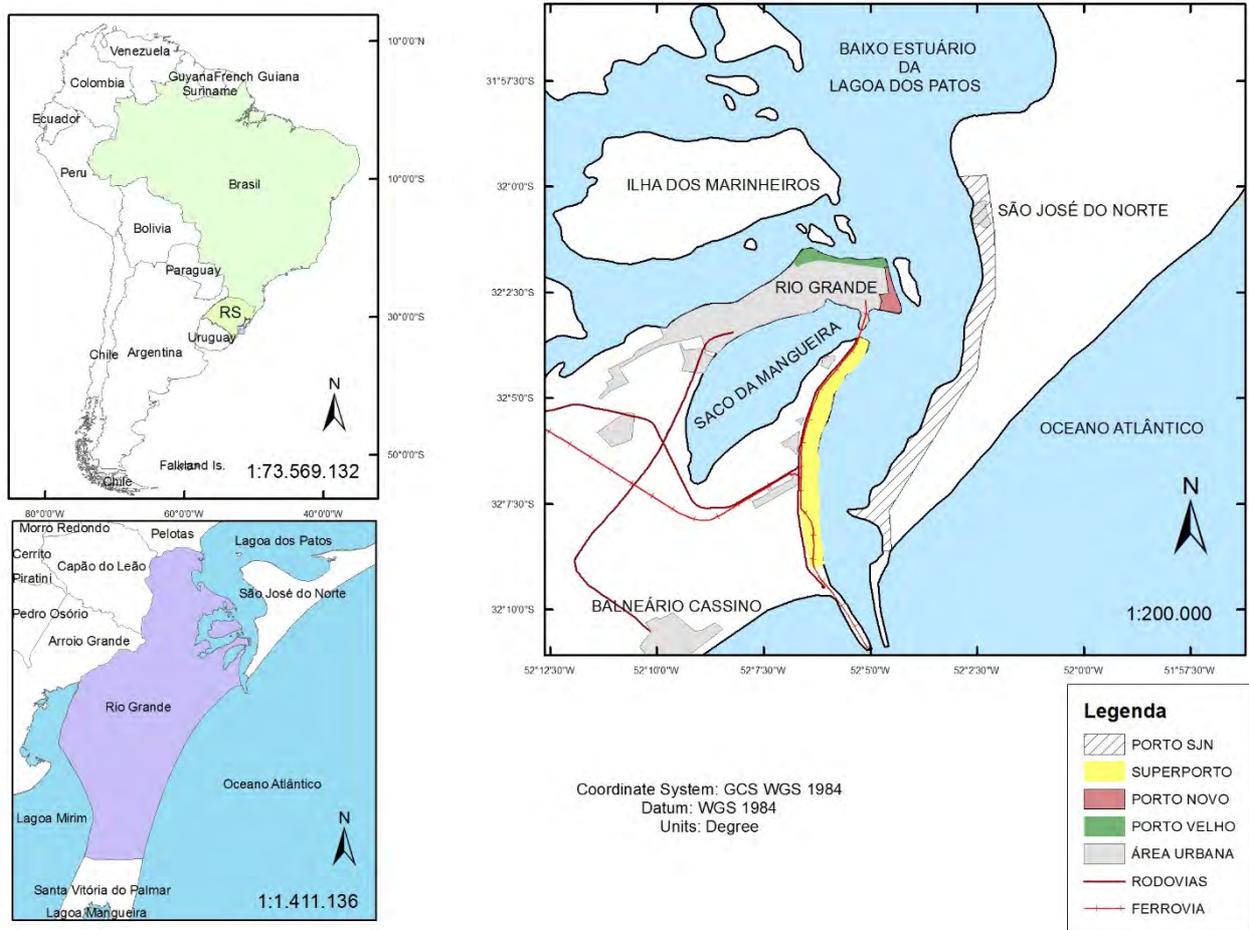


Figura 1: Localização do Porto do Rio Grande e suas zonas portuárias.

Figure 1: Location of the Rio Grande port and its port areas.

mercadorias movimentadas em Rio Grande foram representadas pela soja, fertilizantes e adubos, combustíveis e óleos minerais, arroz, bem como a movimentação de contêineres, cujas principais mercadorias foram arroz, plásticos e suas obras, carnes de aves congeladas e fumo e derivados (ANTAQ, 2013b).

Portanto, como é possível evidenciar, o Porto do Rio Grande possui uma intensa industrialização de suas áreas, principalmente em função da tipologia de cargas movimentadas e do Distrito Industrial adjacente, associado ao Porto Organizado. Por isso, o processo de industrialização desses espaços demanda o tratamento ambiental de suas áreas, a começar pela incorporação dos padrões ambientais em todas as suas atividades.

#### 4. A Gestão Ambiental do Porto do Rio Grande

As áreas ocupadas pelo Porto Organizado do Rio Grande são divididas da seguinte forma: (1) Porto Velho; (2) Porto Novo, ambos adjacentes à área urbana do município de Rio Grande; (3) Superporto, que se encontra junto ao Distrito Industrial do Rio Grande (DIRG), próximo aos Molhes da Barra, e (4) São José do Norte, ainda não ocupada e considerada como área

de expansão. A distribuição espacial das atividades na Área de Porto Organizado segue um agrupamento por tipologia de cargas conforme o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário (PDZPO), um instrumento básico de planejamento estratégico aprovado pelas entidades administrativas do Porto do Rio Grande (SUPRG, 2012).

As instalações portuárias do Porto Velho concentram atividades pesqueiras e comunitárias, incluindo transporte de passageiros, lazer e pesquisa científica. Essa zona concentra dois estaleiros, instalações da Marinha do Brasil, além de um posto de abastecimento de embarcações. Na região do Porto Novo, caracterizado como cais público com onze berços de atracação, se concentram atividades de movimentação com carga geral. As instalações portuárias do Porto Velho concentram atividades pesqueiras e comunitárias, incluindo transporte de passageiros, lazer e pesquisa científica. Essa zona concentra dois estaleiros, instalações da Marinha, desembarque de automóveis, fertilizantes e outros tipos de granéis sólidos, líquidos, além da movimentação de contêineres e montagem de estruturas navais. O setor conhecido como Superporto

Esquematisação da Gestão Ambiental, com os atores envolvidos, seus principais aspectos e ações relacionadas



Figura 2: A gestão ambiental do Porto do Rio Grande com base na sua Licença de Operação. Fonte: Adaptado de Lourenço (2012).

Figure 2: Environmental management based on the Operating License for the Port of Rio Grande. Soucer: Adapted from Lourenço (2012).

concentra terminais privativos especializados, arrendados pela Autoridade Portuária, assim como uma série de indústrias localizadas no Distrito Industrial, adjacentes à área do Porto Organizado. No total existem 1.500 m de cais acostáveis de diferentes estruturas, destinados a terminais de fertilizantes, granéis líquidos, granéis sólidos e contêineres (Koehler & Asmus, 2010).

Fazendo parte da autarquia que administra o Porto Organizado, a Divisão de Meio Ambiente, Saúde e Segurança (DMASS) é o setor responsável pela garantia da qualidade ambiental no Porto do Rio Grande. Inserida na Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG), a DMASS é responsável pela coordenação e execução das ações de gestão ambiental em toda a área do porto organizado (Figura 2). As ações dizem respeito principalmente ao cumprimento das condicionantes da Licença de Operação nº 003/97, emitida pelo Órgão Ambiental competente, referente às operações portuárias para toda a área do Porto Organizado e vencida em 21 de outubro de 2013 (IBAMA, 2005; IBAMA, 2014)<sup>3</sup>.

Atualmente o Porto do Rio Grande encontra-se em processo de renovação de sua licença, aguardando a emissão do documento de renovação pelo Órgão Ambiental. De acordo com o último Parecer Técnico do IBAMA (PAR. 007077/2013 COPAH/IBAMA), referente ao Atendimento às Condicionantes Específicas da Licença de Operação nº 03/1997 (Renovação), das 16 condicionantes estabelecidas, nenhuma foi totalmente

atendida, estando 4 avaliadas como Não Atendidas; 2 consideradas Em Atendimento e 6 (dos 7 itens referentes ao Monitoramento Ambiental) também avaliados como Em Atendimento; 5 Parcialmente Atendidas e 4 a serem avaliadas posteriormente (IBAMA, 2014).

A partir das vivências institucionais no Porto do Rio Grande, através da realização de trabalhos técnicos na DMASS durante 48 meses, foi possível analisar a rotina de trabalho com relação aos processos burocráticos, administrativos, logísticos e, até mesmo, políticos dentro de um setor administrativo do Porto do Rio Grande. Isso levou, em última instância, a um contato direto com ações de cunho ambiental e um aprofundamento no entendimento do gerenciamento processual dos aspectos voltados à gestão ambiental. O entendimento prático das ações de gestão foi muito além do esperado, uma vez que trouxe uma oportunidade de gerenciar ações buscando o cumprimento de todas as condicionantes do licenciamento ambiental, e ter um contato direto com os atores envolvidos no processo, dentre eles gestores de terminais privados, trabalhadores portuários, terceirizados portuários.

Dessa forma, a partir disso foi possível apontar algumas fragilidades observadas ao longo do trabalho na Divisão de Meio Ambiente, as quais comprometem não só a gestão ambiental integrada, mas em seu sentido mais amplo, toda a qualidade de vida da população nas proximidades do porto, a própria gestão ambiental do município e, conseqüentemente todo o processo de gerenciamento costeiro na região. Tanto do ponto de vista institucional quanto sob um enfoque operacional, foram vivenciadas algumas fragilidades na Gestão

<sup>3</sup> A Licença de Operação está em processo de renovação junto ao Ibama desde 19 de junho de 2013.

Ambiental do Porto do Rio Grande. As principais são listadas a seguir:

- A relação da Administração Portuária (Superintendência) com os órgãos ambientais ainda é fragmentada e desestruturada;
- A existência de problemas burocráticos, principalmente com relação a Relatórios, Planos e Programas, comprometendo a fluidez e agilidade nas tomadas de decisões;
- Há pouca articulação entre as Licenças das Instalações Portuárias dos Terminais Alfandegados e a Licença do Porto Organizado. A Autoridade Portuária (SUPRG) não dispõe da informação completa sobre o que é solicitado pelo órgão de controle ambiental do Estado (Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM) aos terminais e vice-versa;
- Há falta de uma melhor percepção por parte de alguns funcionários no que concerne às questões ambientais, resquício de um contexto anterior à legislação ambiental vigente;
- Há pendências burocráticas e institucionais não resolvidas entre os períodos de gestões sucessivas, dificultando o andamento das ações. A transição de gestões seguidamente significa a descontinuidade do quadro funcional da Dmass, gerando lacunas gerenciais e, principalmente, de informações necessárias à gestão com a necessária qualidade e agilidade;
- A utilização inadequada ou subutilização de algumas condicionantes da Licença Ambiental, como é o caso dos Programas de Monitoramento Ambiental. Embora concebido como um instrumento de respaldo à tomada de decisões inseridas em uma Gestão Ambiental Portuária Integrada, o monitoramento não tem sido utilizado desta forma, pois as informações geradas não. Os programas de monitoramento, de forma geral, não aportam informações que tenha contribuído para ajustes e adaptações no modo e da gestão conduzida, caracterizando-se, amiúde, como uma obrigatoriedade da Licença de Operação.

Considerado um importante instrumento de gestão, o Conselho de Gestão Ambiental do Porto do Rio Grande (CGAPRG) foi criado com o intuito de integrar e articular as ações de manejo no Porto Organizado. O CGAPRG é composto por representantes de empresas e instituições tanto da área portuária quanto retroportuária que, de maneira cooperativa, buscam contribuir para a integração e desenvolvimento da gestão ambiental na sua área de influência (SUPRG, 2012). De caráter apenas consultivo e de assessoramento ambiental, o CGAPRG reúne-se mensalmente na sede da Dmass para discutir e encaminhar ações de planejamento ambiental para o porto.

Entre agosto de 2011 e abril de 2013 foram acompanhadas 21 reuniões do CGAPRG, ocorridas mensalmente, as quais contam com a participação voluntária dos representantes de todos os empreendimentos do Porto Organizado. As pautas das reuniões, de caráter público, dizem respeito às demandas que surgem ao longo do mês ou sugestões dos próprios integrantes do Conselho, tais como aquelas relacionadas aos Planos de Emergência Individuais, às reuniões com os órgãos ambientais, a acidentes ocorridos, emissão de Ordens de Serviço, licenciamento, entre outros assuntos pertinentes (SUPRG, 2014). O Conselho, por seu caráter apenas consultivo, depende da articulação entre a Dmass e os demais empreendimentos, terminais e setores do Porto para que se efetivem ações integradas de gestão ambiental.

O Conselho é importante como instrumento participativo de Gestão Ambiental dentro do Porto. Se bem organizado e estruturado, pode representar um enorme avanço com relação à integração das ações de gestão em toda a área do Porto Organizado. Entretanto, com base na análise e participação nas reuniões, foram constatadas as seguintes fragilidades:

- Há discordâncias sobre os objetivos do Conselho;
- As poucas ações de gestão são predominantemente desarticuladas quanto aos seus objetivos;
- O Regimento Interno carece de uma estruturação mais robusta no que se refere às definições das ações de gestão ambiental e do envolvimento do Conselho nos processos;
- Há descontinuidade na composição dos participantes, o que compromete o repasse de informações relacionadas às demandas e avanços da gestão;
- Há um considerável desnível de percepção e apropriação dos temas ambientais tratados entre os participantes, o que dificulta a busca por consenso para a realização de ações integradas.
- O caráter consultivo do Conselho não lhe permite o necessário empoderamento para as decisões necessárias relativas aos temas ambientais no âmbito da Autoridade Portuária (SUPRG).

As fragilidades observadas com relação ao Conselho referem-se, principalmente, à falta de continuidade das ações e representatividade dos atores portuários envolvidos. Além disso, como a participação no Conselho não é obrigatória, existe uma prerrogativa de conscientização por parte dos operadores portuários/terminais alfandegados no que diz respeito à participação ativa e efetiva nas reuniões. Esse instrumento, que dá respaldo para a tomada de decisões pela Autoridade Portuária, tem um enorme potencial de gestão, mas infelizmente, tem sido subutilizado. O Conselho pode ser empregado para definir ações em

comum, bem como para manter a Dmass informada sobre as ações no âmbito do Porto Organizado, a partir da contribuição de todos os Operadores Portuários. Da mesma forma, mesmo que através de seu caráter consultivo, o Conselho pode respaldar tecnicamente as tomadas de decisões por parte da Autoridade Portuária.

## **5. Os desafios da gestão ambiental portuária no Porto do Rio Grande**

A partir das vivências descritas anteriormente foi possível evidenciar que têm sido realizadas diversas ações, no âmbito da Dmass, com o objetivo principal de efetivar a gestão ambiental integrada no Porto do Rio Grande. Dessa forma, com base na análise dessas ações e nas fragilidades observadas, cabe aqui alguns apontamentos e sugestões objetivando melhorias nesses processos de gestão:

### **• Relação Porto e Órgãos Ambientais Governamentais**

Ainda existe uma defasagem de tempo de resposta do órgão ambiental portuário frente aos problemas ambientais detectados. Ela é justificada, parcialmente, pela falta de recursos humanos. A Dmass não possui nenhum cargo especialista de carreira e nem cumpre com o requisito mínimo de áreas técnicas necessárias para a formação do núcleo ambiental estabelecido pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2006)<sup>4</sup>.

Dessa forma a carência de recursos humanos, além de prejudicar as ações internas, atrapalha as relações interinstitucionais, uma vez que a falta de pessoal impede respostas mais rápidas e ações mais eficientes. Na Dmass não foram observadas significativas articulações com os órgãos ambientais governamentais, embora a relação com os órgãos ambientais venha sendo aperfeiçoada paulatinamente. Além disso, as ações do Ministério Público têm respaldado discussões construtivas entre as instituições. Uma consequência disso é a proposta elaborada pela Dmass para a unificação das licenças ambientais entre os níveis de governo nacional, estadual e local. A ideia nesta ação é que as licenças do Porto Organizado e das instalações portuárias sejam articuladas a fim de que as condicionantes funcionem melhor e sejam buscadas por todos, facilitando a tomada de decisões. Essa postura, caso venha a ser efetivada pela Superintendência do Porto do Rio Grande, representará um enorme avanço do ponto de vista da gestão institucional.

<sup>4</sup> De acordo com a ANTAQ (2006), a capacitação ambiental das organizações portuárias constituiu um dos principais instrumentos da gestão ambiental, e exige, no mínimo, os seguintes profissionais dentro do quadro técnico dos portos: engenharia civil, engenharia ambiental, biologia, ecologia, geologia, geoquímica, oceanografia, química, direito, arquitetura, geografia, economia.

### **• Problemas burocráticos**

Até novembro de 2011 a Dmass estava vinculada à Diretoria Técnica do porto, ocasião na qual passou a ser diretamente subordinada à Diretoria da Autoridade Portuária. Esta situação carece de uma análise mais aprofundada, a fim de diagnosticar uma melhoria nos processos administrativos. Entretanto, é possível afirmar que, apesar do “caminho burocrático” ter se tornado mais curto, o núcleo ambiental não tem o necessário poder de decisão perante os outros setores portuários, gerando gargalos no andamento das ações de gestão ambiental.

### **• Licenças Ambientais**

A pouca articulação entre as Licenças das Instalações Portuárias/Operadores Portuários e a Licença do Porto Organizado (sob responsabilidade da Autoridade Portuária) tem sido lentamente trabalhada dentro das reuniões do CGAPRG. Entretanto, ainda há falta de entrosamento. Enquanto, por um lado, os operadores portuários não têm detalhes das ações realizadas no porto como um todo, nem das cobranças feitas pelos órgãos ambientais do governo e das condicionantes estabelecidas para o porto, por outro lado, a Dmass tem pouco retorno das ações gestoras realizadas pelos operadores, e de suas necessidades e problemas cotidianos. O caminho mais promissor talvez seja o melhor aproveitamento do CGAPRG, retroalimentado através de ações, necessidades e encaminhamentos comuns.

### **• Transição entre gestões**

Com a mudança de gestão entre governos sucessivos e com a eventual entrada de novos funcionários, a cada troca na Administração são necessários cerca de seis meses para retomar os trabalhos e ações cotidianas da Dmass. Em grande parte, o atraso ocorre devido aos problemas de repasse das informações referentes à situação legal, ambiental e administrativa da Divisão. Da mesma forma, no processo de transição podem surgir problemas a respeito da adequada capacitação dos recursos humanos envolvidos. Tal fragilidade pode ser prontamente resolvida com a criação e manutenção de um banco de dados integrado entre os setores e entre gestões, facilitando a circulação de informações dentro do porto. Não existe, no entanto, um banco de informações com tais características à disposição dos sucessivos gestores do setor.

### **• Atendimento às condicionantes da Licença Ambiental**

Um ponto positivo quanto ao atendimento das condicionantes da licença ambiental do Porto do Rio Grande está representado pela reestruturação de seu Programa de Educação Ambiental. A recente reestruturação do Programa ocorreu visando uma melhor articulação com

a comunidade de entorno, além da qualificação de ações de educação ambiental com relação à conscientização tanto dos trabalhadores quanto da comunidade vizinha ao Porto (linhas de ação: intraportuária e comunidade de entorno). Outro aspecto a ser destacado diz respeito ao Programa de Monitoramento Ambiental Continuado. As avaliações realizadas através do Monitoramento Ambiental têm um enorme potencial de serem usadas como indicadores de gestão, indicadores de processos e indicadores de qualidade ambiental. Além disso, elas também podem direcionar ações específicas com base nos resultados, o que infelizmente não tem sido realizado na totalidade.

As considerações listadas anteriormente apontam para o fato de que têm sido realizados alguns esforços na definição de novos programas (e na manutenção de outros já existentes) por parte da Divisão de Meio Ambiente. Entretanto, todas estas ações estão ainda aquém do ideal de Gestão Ambiental Portuária, tendo em vista o não cumprimento da maioria das condicionantes estabelecidas pelo órgão ambiental competente<sup>5</sup>.

Uma possível forma de garantir uma adequada articulação interna diz respeito ao CGAPRG, que deveria ser integrado por todas as instalações do Porto. Dessa forma, a tomada de decisões contaria com a participação de todos os envolvidos, o que possibilitaria um processo de gestão ambiental integrada muito mais efetivo, onde todos expõem os seus problemas, mas ao mesmo tempo também têm a oportunidade de participar das decisões envolvendo o Porto Organizado. De qualquer forma, não há nenhuma possibilidade de efetivar esta gestão sem a participação de todos os órgãos envolvidos: uma vez que os processos e procedimentos necessitam de ações coletivas, principalmente no que diz respeito à prevenção de impactos ambientais. O planejamento ambiental também pode ser uma constante discussão dentro desse colegiado, pois a gestão ambiental sempre deve envolver antecipação propositiva das ações. A partir desse entrosamento interno, pode-se partir para uma colaboração interinstitucional, a qual, idealmente, contaria com a realização de reuniões entre Dmass/IBAMA/FEPAM a fim de avançar no processo de “licenciamento único” (integrado). Podem ser solicitadas, por exemplo, condicionantes-padrão para todos os empreendimentos, que estariam adequadamente em paralelo com a Licença de Operação (LO 003/97) do Porto Organizado. Essa cadeia de ações só é possível com a participação efetiva de todas as instalações portuárias e empreendimentos em uma base comum, hoje representada pelo CGAPRG. A existência de condicionantes em comum (ou seja, condicionantes

estabelecidas em todas as licenças das instalações do Porto Organizado) permite e facilita que as ações sejam articuladas e a gestão ambiental do Porto Organizado lance mão de ações congruentes entre si (Lourenço, 2012).

É importante salientar que, embora um instrumento extremamente importante para a gestão ambiental do porto, a Licença de Operação não pode ser entendida como meramente cartorial. Ou seja, não se deve garantir apenas o cumprimento burocrático das condicionantes, mas sim a real efetivação dos processos de gestão: a implementação das mesmas. Existem dois tipos de gestão ambiental no contexto portuário: a privada e a pública. A gestão ambiental privada diz respeito principalmente a processos envolvendo certificações nacionais e internacionais, tais como a NBR ISO 14.001. Essas certificações são não obrigatórias, mas representam uma postura pró-ativa por parte das instituições e, conseqüentemente, um diferencial dentro do setor comercial internacional. A Dmass não trabalha no âmbito da gestão privada, apenas da pública. Este fato não chega a representar uma fragilidade, por outro lado, as certificações ISO dariam um caráter mais técnico às ações de gestão, caso fossem aplicadas no Porto do Rio Grande.

Ainda com base na análise das Licenças do Porto do Rio Grande, observa-se que as condicionantes estabelecidas pelo órgão de controle ambiental estadual (FEPAM)<sup>6</sup>, têm um caráter predominantemente genérico do ponto de vista gerencial. O detalhamento é feito geralmente sob uma ótica operacional, mas necessita de uma maior articulação entre as ações relacionadas à infraestrutura e às ações gerenciais. A cobrança integral de todas as instalações portuárias com relação a estes aspectos é crucial para garantir a gestão ambiental integrada do porto. Não existe gestão integrada com adesão parcial de seus integrantes (Lourenço, 2012). Um aspecto importante que deve ser considerado refere-se à alimentação e manutenção de um banco de dados referentes aos documentos técnicos, tais como relatórios de monitoramento, planos e programas, ações do Ministério Público, Licenças de Operação e outras autorizações. A manutenção dos processos fisicamente (ou em formato digital) é imprescindível para a sustentabilidade das ações.

Do ponto de vista do planejamento territorial, é importante o papel do Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do porto do Rio Grande (PDZ). O PDZ constitui-se como o instrumento básico do planejamento estratégico de qualquer porto e deve incorporar em seu escopo a vertente ambiental. Devem ser considerados no PDZ fatores como áreas de risco, áreas de

<sup>5</sup> Situação ocorrida, em última instância, até a renovação da Licença de Operação, com base em Parecer Técnico emitido pelo IBAMA (Ibama, 2013).

<sup>6</sup> Licenças emitidas para os terminais alfandegados do Porto do Rio Grande.

preservação e de conservação, áreas de maior vulnerabilidade ambiental e inclusive áreas de vulnerabilidade social. Nesse contexto, são igualmente importantes as Cartas de Sensibilidade ao Óleo (SAO), as quais devem estar em consonância com o PDZ (ANTAQ, 2011). Dessa forma, todo o planejamento do sítio portuário estará adequado, em caso de acidentes, a maiores sensibilidades ambientais, tornando as ações mais pró-ativas (Lourenço, 2012).

Por fim, a construção de qualquer processo de gestão ambiental deve sempre basear-se na realidade local, bem como na sua inserção no contexto regional. Um porto jamais estará inserido num sistema porto-cidade sem relacionar-se com outros setores e outros territórios adjacentes. Portanto, as propostas de manejo devem ser extremamente flexíveis ao contexto local e às próprias mudanças que podem ocorrer ao longo do processo. Para alcançar resultados efetivos, é fundamental que esse processo seja coletivo e articulado, envolvendo todos os setores da Autoridade Portuária, Instalações e Terminais Portuários, bem como contar com o apoio dos órgãos ambientais em todas as esferas governamentais. A manutenção e fortalecimento dos arranjos intra e interinstitucionais e agendas comuns poderão garantir, em última análise, um processo de gerenciamento costeiro integrado (Lourenço, 2012).

## **6. Considerações finais**

As atividades portuárias, devido ao seu papel indutor de transformações territoriais em larga escala, têm dado origem a inúmeros conflitos ambientais (Cunha *et al.*, 2006). Em um contexto global, os grandes acidentes ao longo da história dos portos e de suas atividades associadas têm mostrado na prática essa relação estreita entre porto e ambiente. Desde o seu surgimento, os portos passaram por inúmeros processos evolutivos, seja com relação à administração, tipologia de cargas, sua infraestrutura ou até mesmo na relação com as cidades e regiões que os abrigam. O mesmo pode ser observado com relação à gestão dos procedimentos, que culminou, recentemente, em algumas ações voltadas para os impactos ambientais por eles causados. Dessa forma, os sistemas portuários devem incorporar uma nova premissa, a da harmonia com a natureza, através da internalização dessas variáveis nas ações e processos cotidianos. Por outro lado, os processos de gestão ambiental portuária no Brasil ainda são fragmentados e, em grande parte, não consolidados, uma situação bem aquém do ideal em termos globais (Porto e Teixeira, 2002; Lourenço, 2012). Portanto, é possível evidenciar que a questão ambiental portuária possui inúmeras facetas, envolvendo impactos negativos sociais e ambientais, mas ao mesmo tempo possui potencialidades calcadas principalmente nos processos de licenciamento ambiental

Promover a atividade portuária em harmonia com o ambiente (Kitzmann & Asmus, 2006) no qual ela se insere representa um enorme desafio. A mudança da cultura portuária deve se fazer presente e, conforme proposto por Porto (2011), ela deve ser constituída a partir de uma lógica de planejamento, implantação de suas estruturas e operações portuárias que absorvam de modo eficiente parâmetros de ajustes aos aspectos naturais locais, com proteção e gestão ambiental. A tarefa não é nada fácil. Mesmo com políticas ambientais fortes, existem lacunas legais principalmente com relação a Termos de Referência, que dão respaldo técnico para a elaboração de Planos adequados de gestão. Da mesma forma, a ausência de recursos humanos, tanto no lado do empreendedor quanto do órgão licenciador barra maiores avanços nos processos de gestão pública.

A prática tem mostrado que o setor portuário necessita, urgentemente, de técnicos especializados, formando equipes multi e interdisciplinares, o que permitem abarcar todos os aspectos específicos inerentes de setores da área ambiental. Nesse sentido, a gestão ambiental estabelece as boas práticas ambientais na operação portuária, bem como para a Administração do Porto. Essa última, principalmente, deve se constituir numa organização em que a questão ambiental tenha o tratamento adequado, uma preocupação constante e uma visão proativa (ANTAQ, 2011; Lourenço, 2012). Além disso, é importante também considerar que o sucesso da implementação de qualquer ação num porto organizado depende, fundamentalmente, da determinação firme da Autoridade Portuária, bem como do envolvimento e articulação dessa com toda a Comunidade Portuária. Essas ações devem vir acompanhadas de um ajuste interinstitucional no sistema de regulação do setor portuário e da adoção de tecnologias de suporte à tomada de decisão, voltadas ao entendimento da realidade portuária em toda a sua complexidade interna e das suas interfaces com o ambiente (Kitzmann & Asmus, 2006).

Do ponto de vista internacional, de acordo com pesquisas juntos aos portos da União Europeia, a maioria (83,7%) ainda experimenta dificuldades na implementação da gestão ambiental. Os principais desafios identificados estão relacionados com os custos envolvidos; o fato de a proteção ambiental não ser considerada prioridade; a multiplicidade de agências responsáveis pela proteção ambiental e a falta de informação e orientação sobre legislação ambiental e treinamento. Além disso, foi identificado que somente 21% dos portos possuem sistema de gestão ambiental e que 31% publica um Relatório Ambiental Anual (ESPO, 2013). Kitzmann & Asmus (2006) consideram que essa realidade é consequência da relativa novidade que é a gestão ambiental portuária nos portos europeus e norte-americanos, haja vista que o Código de Práticas

Ambientais da ESPO é de 1994. Portanto, fica claro que o cenário nacional não difere muito do europeu, pois as dificuldades enfrentadas na gestão ambiental portuária são as mesmas.

Dessa forma, no Brasil as políticas públicas ambientais brasileiras foram estabelecidas, principalmente nos níveis federal e estadual, muito em resposta a acordos internacionais dos quais o país é signatário. Portanto, os parâmetros de planejamento já estão disponíveis a quem pretenda conceber e implantar um porto com atributos de eficiência e eficácia na sua atividade produtiva, e, conseqüentemente, de desenvolvimento (Porto, 2011). Entretanto, como os portos brasileiros são objetos tardios das políticas ambientais nacionais (Cunha, 2008), o cumprimento desses marcos regulatórios recentes ainda é problemático devido à falta de conscientização, ausência de condições de infraestrutura, recursos financeiros, tecnologias e pessoal capacitado, tanto por parte dos regulados - o setor portuário - quanto por parte dos reguladores - órgãos públicos (Kitzmann & Asmus, 2006).

No caso estudado foi possível enumerar as fragilidades, desafios e potencialidades da gestão ambiental no Porto do Rio Grande. As fragilidades de gestão ambiental estão relacionadas, principalmente, a questões institucionais locais, onde a Autoridade Portuária poderia garantir uma maior articulação entre o CGAPRG e demais colegiados administrativos do porto, tais como o Conselho de Autoridade Portuária (CAP<sup>7</sup>). Infelizmente, um dos problemas identificados durante o caso estudado foi, justamente, uma “indefinição de papel” por parte da Autoridade Portuária nas questões ambientais. Nesse caso, a implementação de muitas ações acaba não acontecendo em função da administração não assumir na totalidade o seu papel como Autoridade Portuária (nesse caso com relação ao planejamento ou coordenação das ações de gestão ambiental). Tal fato representa uma fragilidade do porto na viabilização da gestão ambiental portuária nas condições institucionais e regulatórias dos portos brasileiros, o que aumenta a sua dependência de arranjos eficientes entre as instituições envolvidas (Koehler & Asmus 2010; Loureço, 2012).

As relações institucionais entre Autoridade Portuária e demais instalações portuárias ainda aparecem como subaproveitadas, o que acaba enfraquecendo o sistema de gestão integrada. As articulações na interface porto-órgãos ambientais governamentais devem ser intensificadas para que esses possam cobrar, em suas licenças, que as informações e processos sejam compar-

tilhados entre todos os empreendimentos e a Autoridade Portuária, num processo de interação transparente. O foco dessa ação estaria no estabelecimento de metas para todos os empreendimentos, através de uma agenda comum. No Porto do Rio Grande essas metas podem ser compartilhadas durante as reuniões do CGAPRG e viabilizadas através do Conselho de Autoridade Portuária. O intercâmbio não deve ser só de informações, mas de processos. Como principal consequência dessa desarticulação institucional, as licenças ambientais não “interagem” entre si; ou seja, não estão devidamente integradas. Um ponto crítico é representado pela não obrigatoriedade de participação dos representantes da comunidade portuária no CGAPRG, o que dificulta substancialmente a articulação da gestão. Os representantes dos terminais, mesmo que interessados, mas não estão, por exemplo, constantemente a par das ações da DMAS nos processos de gestão. Idealmente, essas discussões devem expandir para além das discussões técnicas (entres os setores de ambiente), também envolvendo os níveis mais elevados da administração, a fim de que os possíveis acordos sejam efetivamente colocados em prática. Por exemplo, os contratos de arrendamento celebrados entre a Autoridade Portuária, Operadores e Instalações Portuárias, poderiam prever a participação direta dos arrendatários no Conselho de Gestão Ambiental.

A prática vivenciada no Porto do Rio Grande demonstra que ações direcionadas para processos participativos, tais como o CGAPRG, quando adequadamente estruturadas e articuladas dentro da organização institucional, facilitam tanto as tomadas de decisões quanto a implementação e efetivação das ações de gestão. Por outro lado, se esse Conselho ou outro colegiado que considere as questões ambientais não têm poder, o planejamento ambiental sofre em termos da sua eficiência.

Portanto, é possível afirmar que as potencialidades do Porto do Rio Grande estão inertes nos processos de gestão. Há uma estrutura estabelecida, o porto possui licença ambiental em sua quarta renovação e demonstra uma crescente articulação com o órgão ambiental. As condicionantes estão estabelecidas e em fase de cumprimento, mas é necessário um maior planejamento de ações. Por outro lado, não há como negar que os impactos ambientais são inerentes às atividades portuárias, sejam eles de movimentação de mercadorias, de transporte de produtos, de abastecimento de navios ou de armazenamento de cargas. A gestão ambiental deve envolver todos estes processos; mas, além disso, ela deve envolver pessoas e instituições. De pouco adianta a melhoria de infraestruturas e a sustentabilidade das operações, se a manutenção de todos estes processos depende de recursos humanos. Depende dos gestores, trabalhadores, planejadores, depende da interação com a comunidade costeira. É, portanto, preciso considerar a

<sup>7</sup> Conselho de Autoridade Portuária (CAP) era o conselho deliberativo de máxima hierarquia administrativa no Porto Organizado, definido pela Lei nº 8.630/1993. Entretanto, com a Nova Lei dos Portos (Lei nº 2.815/2013) o CAP perdeu seu papel deliberativo e passou a ser apenas consultivo.

responsabilidade coletiva, a conscientização e principalmente, as ações compartilhadas e articuladas.

Mesmo sem a pretensão de apresentar uma situação representativa da gestão ambiental dos portos nacionais, o caso do Porto de Rio Grande pode desvelar elementos possíveis de estarem presentes nos demais portos brasileiros. Ele sugere que a gestão ambiental portuária depende da conscientização comum e do envolvimento coletivo. Nesse contexto, as palavras chave para o aprimoramento as ações de gestão seriam: conscientização, capacitação e efetivação. Com o cumprimento de tais ações, estaríamos mais perto da tão desejada adequação ambiental para as atividades inerentes ao setor.

#### Agradecimentos

Kahuum Gianuca colaborou na elaboração das figuras. Andréia Vigolo Lourenço foi parcialmente financiada como bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes, Brasil).

#### Referências

- AAPA (1998) – *Environmental Management Handbook*. 68p., American Association of Port Authorities (AAPA), Alexandria, VA, U.S.A. Disponível on-line em <http://www.aapa-ports.org/Issues/content.cfm?ItemNumber=989>
- ANTAQ (2006) - *Manual de Licenciamento Ambiental de Portos* [versão 2006]. 40p., Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em <http://www.antaq.gov.br/porta/pdf/meioambiente/manuallicenciamentoambientalportos.pdf>
- ANTAQ (2011) - *O porto verde: modelo ambiental portuário*. 116 p., Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em <http://www.antaq.gov.br/porta/pdf/portoverde.pdf>
- ANTAQ (2013) – *Boletim Informativo Portuário*. 31013(3º trimestre), 16p., Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em <http://www.antaq.gov.br/porta/pdf/boletimportuario/boletimportuarioterceirotrimestre2013.pdf>
- ANTAQ (2013) - *Tabela da situação do licenciamento ambiental dos portos brasileiros*. 3p., Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em [http://www.antaq.gov.br/Portal/pdf/MeioAmbiente/Lista\\_de\\_Portos\\_com\\_LO\\_2013.pdf](http://www.antaq.gov.br/Portal/pdf/MeioAmbiente/Lista_de_Portos_com_LO_2013.pdf)
- ANTAQ (2014) - *Boletim anual de movimentação de cargas 2013. Análise da movimentação de cargas nos portos organizados e terminais de uso privado*. 34p. Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em <http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Anuario2013/Tabelas/AnaliseMovimentacaoPortuaria.pdf>
- Chircop, A.E.; Linden, O. (2006) – *Places of Refuge for Ships: Emerging Environmental Concerns of a Maritime Custom*. 557p., Martinus Nijhoff, Leiden, Netherlands / Boston, MA, U.S.A. ISBN: 978-9004149526
- Cunha, I. A. (2006) – Fronteiras da gestão: os conflitos ambientais das atividades portuárias. *Revista de Administração Pública*, 40(6):1019-1049. DOI: 10.1590/S0034-76122006000600005.
- Cunha, I.A. (2008) – *Política ambiental, negociação de conflitos e sustentabilidade*. 297p, Leopoldianum, Santos, SP, Brasil. Disponível online em <http://www.unisantos.br/edul/public/pdf/politi-caambiental.pdf>
- Cunha, I.A.; Fredo, A.C.; Aquiar, M.A.F (2006) - Gestão ambiental e competitividade dos portos: negociando uma agenda. *Anais do XIII SIMPEP (Simpósio de Engenharia de Produção)*, n/p (11p.), Bauru, SP, Brasil. Disponível on-line em [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/239.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/239.pdf)
- ESPO (2003) – *Environmental Code of Practice*. 36p. European Sea Ports Organisation (ESPO), Brussels, Belgium. Disponível on line em <http://ec.europa.eu/ourcoast/download.cfm?fileID=860>
- ESPO (2013) – *Top environmental priorities of European Ports for 2013. An analysis taking port size and geography into consideration*. 5p. European Sea Ports Organisation, Belgium. Disponível on line em [http://www.ecoport.com/templates/frontend/blue/images/pdf/Analysis\\_of\\_top\\_environmental\\_priorities\\_2013.pdf](http://www.ecoport.com/templates/frontend/blue/images/pdf/Analysis_of_top_environmental_priorities_2013.pdf)
- Gil, A.C. (2008) - *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 220p. Atlas, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 978-85-224-5142-5. Disponível on-line em <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf>
- GLMRI (2009) – *Manual of Best Management Practices for Port Operations and Model Environmental Management System*. 155p., Great Lakes Maritime Research Institute (GLMRI), Duluth, MN, USA. Disponível on-line em <http://www.glmri.org/downloads/resources/manualBestManagementPorts.pdf>
- Godoy, A.S. (1995) – Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, 35(3):20-29. DOI: 10.1590/S0034-75901995000300004
- IBAMA (2005) - *Renovação da Licença de Operação nº 003/97*. 5p., Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em <http://www.ibama.gov.br/licenciamento/index.php>
- IBAMA (2014) - *Parecer 02001.003255/2014-53 COPAH/IBAMA*. 5p., Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em <http://www.ibama.gov.br/licenciamento/index.php>
- Kitzmann, D.I.S.; Asmus, M.L. (2006) – Gestão ambiental portuária: Desafios e possibilidades. *Revista de Administração Pública*, 40(6):1041-1060. DOI: 10.1590/S0034-7612200600060006
- Koehler, P.H.W.; Asmus, M. L. (2010) – Gestão ambiental integrada em portos organizados: uma análise baseada no caso do porto de Rio Grande, RS – Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 10(2):53-67. DOI: 10.5894/rgci171.
- Lourenço, A.V. (2012) - *Diretrizes para um Plano de Gestão Ambiental Portuário contextualizado nos estágios do Ciclo do GCI. Estudo de caso no Porto do Rio Grande*. 181p., FURG, Rio Grande, RS, Brasil. Disponível on-line em <http://repositorio.furg.br:8080/handle/1/4019>
- Porto, M.M. (2011) – *Portos e o desenvolvimento*. 208p., Aduaneiras, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8587364588
- Porto, M.M.; Teixeira, S.G. (2002) – *Portos e Meio Ambiente*. 227p., Aduaneiras, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8571293031.
- Ramires, J.C.L.; Pessôa, V.L.S. (2009) – *Geografia e Pesquisa Qualitativa: nas trilhas da investigação científica*. 543p., Assis Editora, Uberlândia, MG, Brasil. ISBN: 978-8562192104.
- SUPRG (2012) - *Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Rio Grande*. 11p., Superintendência do Porto do Rio Grande(SUPRG), Rio Grande, RS, Brasil. Disponível on-line em [http://www.portoriogrande.com.br/site/estrutura\\_zoneamento\\_do\\_porto.php](http://www.portoriogrande.com.br/site/estrutura_zoneamento_do_porto.php)
- SUPRG (2014) – *Regimento Interno do Conselho de Gestão Ambiental do Porto do Rio Grande*. 5p., Conselho de Gestão Ambiental do Porto do Rio Grande, Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG), Rio Grande, RS, Brasil. Disponível on-line em <http://cgaprg.files.wordpress.com/2012/08/regimento-interno-do-conselho-de-gestc3a3o-ambiental.pdf>
- WBG (2001) – *Port Reform Toolkit*. 375p., World Bank Group, Washington, DC, USA. Disponível online em <http://www.ppiaf.org/sites/ppiaf.org/files/documents/toolkits/Portoolkit/Toolkit/index.html>



## **Dinâmica de uso da terra e alterações na linha de costa lagunar: estudo em uma Colônia de Pescadores de Pelotas, RS, Brasil \***

Tatiane Oliveira Delamare<sup>a</sup>; Adriano Luís Heck Simon<sup>@, a</sup>; Simone Emiko Sato<sup>b</sup>

### **RESUMO**

As zonas costeiras marítimas e lagunares estão submetidas a um intenso processo de ocupação espacial que precisa ser compreendido e monitorado para subsidiar planos de gestão costeira. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar as alterações na linha de costa lagunar da Colônia de Pescadores Z3 – Município de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, decorrentes da dinâmica da cobertura e uso da terra ao longo de um período de 57 anos (1953 e 2010). Para a operacionalização do trabalho foram elaborados mapas da cobertura e uso da terra e morfohidrográficos dos cenários de 1953 e 2010 e um mapa comparativo da linha de costa. Trabalhos de campo foram realizados a fim de compreender as alterações verificadas nos mapeamentos. A partir da análise e interpretação dos resultados pode-se concluir que as alterações ocorridas no segmento da Laguna dos Patos, onde está inserida a Colônia Z3, estão diretamente relacionadas ao processo de urbanização e à atividade econômica da pesca, abrangendo: (1) a retificação e transposição de cursos de água; (2) o aterramento de segmentos da laguna para a construção de estradas e a destinação de lotes para habitações e (3) a criação de atracadouros para os barcos de pesca. Estas intervenções alteraram significativamente as características da linha de costa da Colônia Z3 e tiveram reflexos em sua morfodinâmica. Tal situação está em desacordo com a Constituição Federal Brasileira, que estabelece que a Zona Costeira é um patrimônio nacional, e sua utilização deverá ocorrer na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

**Palavras-chave:** Sistemas costeiros; Ocupação espacial; Alterações ambientais.

### ***Land use and lacustrine shoreline changes: the case of a Fishing Village in Pelotas, RS, Brazil.***

#### ***Abstract***

The formation of these lagoon bodies started in the Tertiary period, with the first cycles of sea advances and retreats resulting from glaciations, which rework on the sediments of the continental shelf leading to the formation of sandy barriers which isolated the flooded continental area, forming a new coastline with the predominance of fluvio-lacustrine morphodynamics. The lagoon coastal zones, as well as the sea ones, are submitted to an intense process of spatial occupation and the environmental

---

@ Corresponding author, to whom correspondence should be addressed.

<sup>a</sup> Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Ciências Humanas (ICH/UFPEL), Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física (LEAGEF), Rua Alberto Rosa, 154, sala 105, Centro, Pelotas, RS, 96010-770 Brasil. e-mails: Delamare <tatianesvp@hotmail.com>; Simon <adriano.simon@ufpel.edu.br>

<sup>b</sup> Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Instituto de Ciências Humanas e da Informação (ICHI), - FURG, Avenida Itália, km 8, Carreiros, 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil. e-mail: <s.e.sato@furg.br>

---

Submission: 8 AGO 2014; Peer review: 11 SEP 2014; Revised: 13 OCT 2014; Accepted: 13 FEB 2015; Available on-line: 16 FEB 2015

This article contains supporting information online at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-543\\_Delamare\\_SupInf.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-543_Delamare_SupInf.pdf)



changes complied to land use dynamics need to be understood and monitored to subsidize plans of coastal management. Taking this into consideration, this work was developed with the purpose of analyzing the changes in lacustrine shoreline of Z3 Fishing Village Z3 – City of Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil, deriving from land use/cover dynamics during a period of 57 years, between the years of 1953 and 2010. The concept of land cover and land use adopted in this research is based on the definitions used by IBGE (2006; 2013b) which defines land cover as the elements of the nature: vegetation, water, ice, bare rocks, sand and similar surfaces, while land use is related to the group of social-economic activities. For the implementation of the work, land use/cover and morphohydrographic maps were elaborated for the scenarios of 1953 and 2010 and a comparative map of the lacustrine shoreline, starting from the data of the two scenarios was developed. The cartographic documents of the scenario of 1953 were organized based on the interpretation of tridimensional digital anaglyphs obtained from panchromatic aerial photographs with approximate scale of 1:40.000. The 2010 scenario maps were elaborated based on the screen interpretation of a satellite image from the sensor AVNIR-2 (ALOS system) with 10 meters of spatial resolution. The geo-referencing, interpretation and vectorization of the anaglyphs information and the satellite image were carried out in the software ArcGIS 10.0 environment, where the lacustrine shoreline comparative map was also elaborated, from the overlapping of the lagoon coastlines in the two analyzed periods. Finally, field works were carried out in order to enable the understanding of the changes found in the mappings. The lacustrine environment where the Z3 Fishing Village is located presents peculiar characteristics resulting from a process of spatial occupation, among which stand out the straightness of the watercourses, the grounding of lagoon segments for the construction of roads and lots for housing, besides the implementation of small ports for fishing boats. These interventions changed the Z3 Village shoreline characteristics significantly, modifying its morphodynamics. The data obtained through land use/cover maps from 1953 and 2010 corroborated for the understanding of such changes in the coastline, highlighting as positive the maintenance of forest areas which act as barrier to contain erosion in coastal environments as well as it keeps the pedogenetic characteristics. Another highlight is the growth of the urban area which occurred in an unbalanced way on the components of the physical-environmental system. The changes that took place in the hydrography of the Fishing Village were also intense, as the straightness and the grounding of drainage canals changed the characteristics of water drain in the area, increasing the swamp areas, which ended overlapping other land covers thus changing the area vegetal composition. From the analysis and interpretation of the results, it can be concluded that the changes which occurred in the Patos Lagoon segment, where the Z3 Village is located, were intense and directly related to the process of urbanization and the fishing economic activity. As most sea or lagoon coastal environments, there was no adequate planning for the spatial occupation in the Z3 Village. Such situation is in disagreement with the Brazilian Federal Constitution which establishes that the Coastal Zone is a national heritage and its usage should occur according to the Law, under the conditions which assure the preservation of the environment including the usage of natural resources.

**Key words:** Lacustrine coastal zones; Spatial occupation; Environmental changes.

## 1. Introdução

As zonas costeiras constituem a interface entre continente, atmosfera e oceano, sendo consideradas como áreas com uma dinâmica peculiar entre os elementos naturais e socioeconômicos. Essas zonas foram as primeiras a receber núcleos de povoamento durante a colonização e descoberta do Novo Mundo, por proporcionarem um melhor fluxo de mercadorias via transporte marítimo, garantirem a proteção do território, além de possibilitar a obtenção de alimentos por meio da pesca (Tessler & Mahiques, 2000).

De acordo com Moraes (2007: 21), “cerca de dois terços da humanidade habitam as zonas costeiras, localizando-se a beira-mar a maior parte das metrópoles contemporâneas”. O litoral transformou-se em palco das inter-relações entre a sociedade e a natureza, sendo que ambos atuam diretamente ou indiretamente na dinâmica espacial desses sistemas (Sato & Cunha, 2013). Estas interações complexas e nem sempre harmônicas originam alterações ambientais onde muitas vezes os elementos naturais não conseguem reverter os processos de degradação de diferentes magnitudes desencadeados pela ação antrópica (Amorin & Oliveira, 2009).

Estes danos podem ser caracterizados pela retirada de material do perfil praiado, dragagens, construção de resi-

dências em áreas de dunas, alteração nos canais fluviais, terraplanagem de morros e remoção da cobertura vegetal, que terminam por alterar significativamente as características naturais de determinada linha de costa (Marino & Freire, 2013; Conway & Nordstrom, 2003).

O Brasil possui um litoral com aproximadamente 8.000 km de extensão, sendo banhado pelo Oceano Atlântico e por corpos lagunares com dimensões significativas. As diferentes condições climáticas, geomorfológicas e biogeográficas contribuem para a organização de uma zona costeira que se alterna entre praias, mangues, recifes, baías e estuários (Cunha & Guerra, 2010).

O Rio Grande do Sul é o estado mais meridional do território brasileiro e possui um litoral com aproximadamente 630 km de extensão, localizado entre a Barra do Chuí (33° 44' S; 53° 22' W), ao sul, e a desembocadura do Rio Mampituba (29° 19' S; 49° 42' W), ao norte. Conforme Rambo (1994), o litoral do Rio Grande do Sul possui o aspecto de uma linha uniforme, inarticulada e pouco sinuosa. Neste litoral se encontram os maiores lagos do país, com destaque para a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos.

As zonas costeiras lagunares representam 13% do litoral mundial, dos trópicos até os pólos. No Brasil não é diferente: essas áreas representam a menor porção do

litoral brasileiro e são pouco estudadas no que tange a morfodinâmica e as condições de impacto ambiental decorrentes do processo de ocupação espacial.

Os processos de organização do espaço que ocorrem nas regiões costeiras lagunares constituem um assunto de grande interesse aos geógrafos, pois a compreensão da interação do homem com os sistemas naturais é necessária para entender as relações de dinâmica e alteração das paisagens, visto que as intervenções humanas implicam e modificam as dinâmicas naturais. As zonas costeiras marítimas e lagunares sofreram intenso processo de urbanização, entretanto ainda são escassos os estudos voltados para compreensão da ocupação humana em ambientes lagunares. Assim, as alterações ambientais vinculadas à dinâmica da ocupação e uso da terra e suas relações com a alteração da linha de costa precisam ser compreendidas e monitoradas para subsidiar planos de gestão voltados à preservação e manutenção dos ambientes costeiros (Bird, 1985).

Diante destas considerações iniciais, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar as alterações

na linha de costa lagunar da Colônia de Pescadores Z3 – Município de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, decorrentes da dinâmica da cobertura e uso da terra ao longo de um período de 57 anos, entre os cenários de 1953 e 2010. O conceito de cobertura e uso da terra adotado nesta pesquisa tem por base as definições utilizadas pelo IBGE (2013b), que compreende a cobertura da terra como os elementos da natureza: vegetação, água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, enquanto que o uso da terra está relacionado ao conjunto de atividades socioeconômicas.

### 1.1. Área de estudo

A Colônia de Pescadores Z3 se localiza às margens da Laguna dos Patos, no 2º distrito do município de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1). A Colônia Z3 foi fundada em 29 de junho de 1921 e possui uma população de 3.166 habitantes, que vivem principalmente da pesca e da agricultura (IBGE, 2013a).

O processo de formação da Colônia de Pescadores Z3 se iniciou com a vinda de famílias oriundas de cidades



Figura 1 - Mapa de localização da Colônia de Pescadores Z3.

Figure 1 - Z3 Fishing Village location map.

como Piratini, Rio Grande e Tapes (todas localizadas na porção sul do Estado do Rio Grande do Sul). Grande parte dessas famílias se deslocou para essa área buscando uma melhor condição de vida através da pesca e da agricultura.

Após esta fase, iniciou-se um segundo período de migração com a vinda de famílias do Estado de Santa Catarina, visando também à pesca. Nesse mesmo período teve início a migração de habitantes da Ilha da Feitoria (próxima da Colônia Z3) e por fim, com o enfraquecimento da economia de Pelotas, devido ao desemprego causado pelo fechamento das indústrias de conserva de doces a partir de 1990, muitas famílias das zonas periféricas da cidade migraram para a Colônia Z3 numa tentativa de melhoria de vida e de sustento através da pesca. Atualmente, famílias ainda deixam bairros de Pelotas para habitar a Colônia.

O segmento da Planície Costeira onde se localiza a Colônia de Pescadores Z3 está inserido na Unidade Geomorfológica da Planície Lagunar, onde predominam processos fluviais e, sobretudo, lacustres (IBGE, 1986). A formação dos corpos lagunares presentes no litoral do Rio Grande do Sul teve início no final do período Terciário, com os primeiros ciclos de transgressão e regressão marinha ocasionados pelas glaciações. Ocorreram quatro ciclos deposicionais denominados de Sistema Laguna-Barreira, os quais, durante os processos de transgressão e regressão, retrabalharam os sedimentos da plataforma continental ocasionando a formação de barreiras arenosas que desencadearam o isolamento da área continental inundada, formando uma nova linha de costa com predomínio da morfodinâmica flúvio-lacustre (Villwock & Tomazelli, 2007).

Em relação à geologia, a área de estudo está assentada sobre a Formação Chuí, pertencente ao Grupo Patos, composta por areias quartzosas, amarelo-avermelhadas e semi-consolidadas (IBGE, 1986).

A área em estudo era originalmente coberta por uma vegetação constituída de espécies adaptadas à ambientes encharcados e úmidos. Apesar das alterações desencadeadas pela dinâmica de uso da terra, ainda existem exemplares desta cobertura original, como o *Juncus effusus*, *Eichhornia crassipes* e *Ficus guaranitica*. Além disso, também ocorrem paleo-campos de dunas recobertos por gramíneas (IBGE, 1986).

O clima de Pelotas, onde está localizada a Colônia de Pescadores Z3, é classificado como Subtropical. A média total anual das precipitações é de 1.366 mm, sendo os meses mais chuvosos fevereiro (153,3mm) e julho (146mm), e os menos chuvosos março (97,4mm) e novembro (99,5mm). A temperatura média anual é de 17,8°C, sendo o mês de janeiro o mais quente, apresentando média de 23,2°C. Por outro lado, o mês de julho se apresenta como o mais frio, com média de 12,3°C. As médias mais elevadas de umidade relativa do ar

ocorrem nos meses de junho (84%) e julho (84,9%), convergindo com os meses de elevada precipitação e de menores temperaturas (EAP, 2014).

## 2. Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos utilizados para atingir o objetivo proposto abrangem a elaboração de mapas da cobertura e uso da terra e morfohidrográficos dos anos de 1953 e 2010, bem como a realização de trabalhos de campo. Cabe destacar que o artigo vem acompanhado do Material de Suporte, para acesso dos leitores a fim de facilitar a compreensão dos resultados obtidos e a eficácia da metodologia aplicada. Este Material de Suporte abrange: (a) três fotografias aéreas pancromáticas, em escala de 1:40.000, do ano de 1953 (informação de suporte); (b) fragmento da imagem de satélite do sensor AVNIR-2 do ano de 2010 (informação de suporte) e (c) chave de classificação de uso e cobertura da terra (IBGE, 2013b). A seguir são descritos os procedimentos metodológicos.

### 2. Mapas da cobertura e uso da terra dos anos de 1953 e 2010

Para a elaboração do mapa da cobertura e uso da terra do ano de 1953 foram utilizadas fotografias aéreas pancromáticas em escala aproximada de 1:40.000. As aerofotografias foram digitalizadas e exportadas para o ambiente do software StereoPhotoMaker para a geração de anaglifos tridimensionais, de acordo com as orientações de Souza & Oliveira (2012).

Os anaglifos tridimensionais permitem a análise das informações espaciais em meio digital com o auxílio dos óculos 3D, possibilitando, sempre que necessário, recorrer às técnicas de estereoscopia analógica. Os anaglifos correspondentes à área em estudo foram georreferenciados no ambiente do software ArcGis10.0 (licença de uso do Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física/UFPel), junto à base cartográfica vetorial contínua do Estado do Rio Grande do Sul em escala 1:50.000.

A elaboração do mapa da cobertura e uso da terra do ano de 2010 ocorreu a partir da utilização de uma imagem do Sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2), componente do sistema ALOS (Advanced Land Observing Satellite), georreferenciada de acordo com os mesmos procedimentos utilizados no registro dos anaglifos tridimensionais do ano de 1953. O sensor AVNIR-2 é um radiômetro que opera nas regiões do visível e infravermelho e foi desenvolvido para mapeamentos temáticos em escalas de até 1:50.000, com ênfase em uso e cobertura das terras em zonas terrestres e costeiras.

Cabe destacar que o residual de erros ou erro médio quadrático obtido durante o georreferenciamento dos anaglifos tridimensionais resultantes das fotografias aéreas de 1953 (EMQ ou RMS) manteve-se em até 4,00

(considerado satisfatório para mapeamentos em escala de 1:50.000 e diante das características inerentes ao material aerofotogramétrico, que apresenta distorções nas bordas e diferenças de elevação do vôo na tomada da fotografia). Foram demarcados, no mínimo, quatro pontos de controle por fotografia/imagem, objetivando dar mais precisão quanto ao georreferenciamento das imagens.

Finalizada a digitalização e o georreferenciamento das fotografias aéreas e da imagem de satélite, teve início a identificação das classes da cobertura e uso da terra, que foram mapeadas de acordo com os princípios de fotointerpretação de Ceron & Diniz (1966). Para os autores a geometria das parcelas, a cor, a textura, a altura e a forma da área representam as diversas atividades antrópicas e tipos de coberturas existentes. Também foram seguidas as orientações do Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013b) (informação de suporte).

As classes da cobertura e uso da terra empregadas nesta pesquisa estão divididas em três níveis: Áreas antrópicas não agrícolas; Áreas de vegetação natural e coberturas da terra regionais e Água. Inseridas no nível das Áreas antrópicas não agrícolas estão as Áreas Urbanizadas e as Áreas de Transição. Como Áreas de vegetação natural e coberturas da terra regionais foram reconhecidas e mapeadas as Áreas Florestais, as Formações Campestres, as Formações sob Influência Flúvio-Lacustre (FIFL) e a Faixa Praial (areia). Por fim, os corpos de água continentais se referem às lâminas de água naturais ou antrópicas verificadas na área em estudo e não abrangem a Laguna dos Patos.

## 2. Mapas morfohidrográficos dos anos de 1953 e 2010

A morfohidrografia refere-se às intrínsecas relações entre os atributos do relevo e da rede de drenagem que se ajustam às mudanças ambientais de ordem natural e/ou antropogênica, afetando diretamente ou indiretamente o equilíbrio da morfodinâmica. Os mapas morfohidrográficos foram elaborados com o objetivo de representar as características da rede de drenagem e, sobretudo, da linha de costa da Colônia Z3 em dois momentos distintos: ano de 1953 e ano de 2010. Para a elaboração dos mapas morfohidrográficos foram utilizados os mesmos produtos de sensoriamento remoto, as mesmas técnicas de georreferenciamento e a mesma base cartográfica empregada na elaboração dos mapas da cobertura e uso da terra, sendo que os dados da morfohidrografia são apresentados em associação com os dados da cobertura e uso da terra.

A sobreposição dos mapas morfohidrográficos dos cenários de 1953 e 2010 possibilitou a organização do Mapa Comparativo da Linha de Costa, com o intuito de

identificar e analisar o comportamento espaço-temporal da faixa praial no que se refere à perda de área (ocorrência de processos erosivos) e ganho de área (ocorrência de processos de sedimentação).

## 2.3. Trabalhos de Campo

Foram realizados dois trabalhos de campo. O primeiro consistiu em um reconhecimento da área de estudo, sobretudo para entender as modificações ocorridas na Colônia de Pescadores Z3, mais especificamente sobre a linha de costa. Este reconhecimento proporcionou também um diálogo com os moradores do local, buscando com isso entender algumas alterações ocorridas, e que ficaram evidentes em uma primeira comparação entre as fotografias aéreas e a imagem de satélite, ainda em gabinete. O segundo trabalho de campo foi realizado após a elaboração dos mapas de cobertura e uso da terra e morfohidrográficos (1953 e 2010). Este trabalho de campo enfatizou a reambulação dos dados mais atuais dos mapeamentos e também possibilitou a constatação das áreas onde ocorreram as principais alterações na linha de costa.

## 3. Análise dos resultados

O ambiente lagunar onde está localizada a Colônia de Pescadores Z3 apresenta características peculiares decorrentes do processo de ocupação, dentre os quais se destacam a retilinização e transposição de cursos de água, o aterramento de segmentos da Laguna dos Patos para a construção de estradas e destinação de lotes para habitações, além da criação de atracadouros para os barcos de pesca.

A organização dos mapas da cobertura e uso da terra e morfohidrográficos de recortes temporais distintos, permitiu a identificação e análise das principais alterações desencadeadas sobre a linha de costa e sobre os poucos canais de drenagem existentes no segmento da Laguna dos Patos correspondentes à Colônia Z3 (Figura 2).

### 3.1. Dinâmica da cobertura e uso da terra na Colônia de Pescadores Z3

Com base na Figura 3 é possível fazer uma análise da dinâmica da cobertura e uso da terra na Colônia Z3, uma vez que apresenta a área ocupada por cada uma das classes identificadas nos cenários de 1953 e 2010. A seguir serão analisadas as classes da cobertura e uso da terra, com o intuito de compreender suas características, peculiaridades e sua relação com as alterações desencadeadas sobre a linha de costa e a rede de drenagem.

O processo de urbanização ocorrido na Colônia Z3, bem como na maior parte das áreas costeiras, transcorreu sem nenhum planejamento ou preocupação com os aspectos físico-ambientais. Os dados da cobertura e uso da terra evidenciam que no ano de 1953 a Área Urbana possuía 0,02 km<sup>2</sup> de extensão, ao passo que no ano de

## MAPA DA COBERTURA E USO DA TERRA E ALTERAÇÕES NA LINHA DE COSTA E HIDROGRAFIA DA COLÔNIA DE PESCADORES Z3, PELOTAS - RS - BRASIL (1953 - 2010)

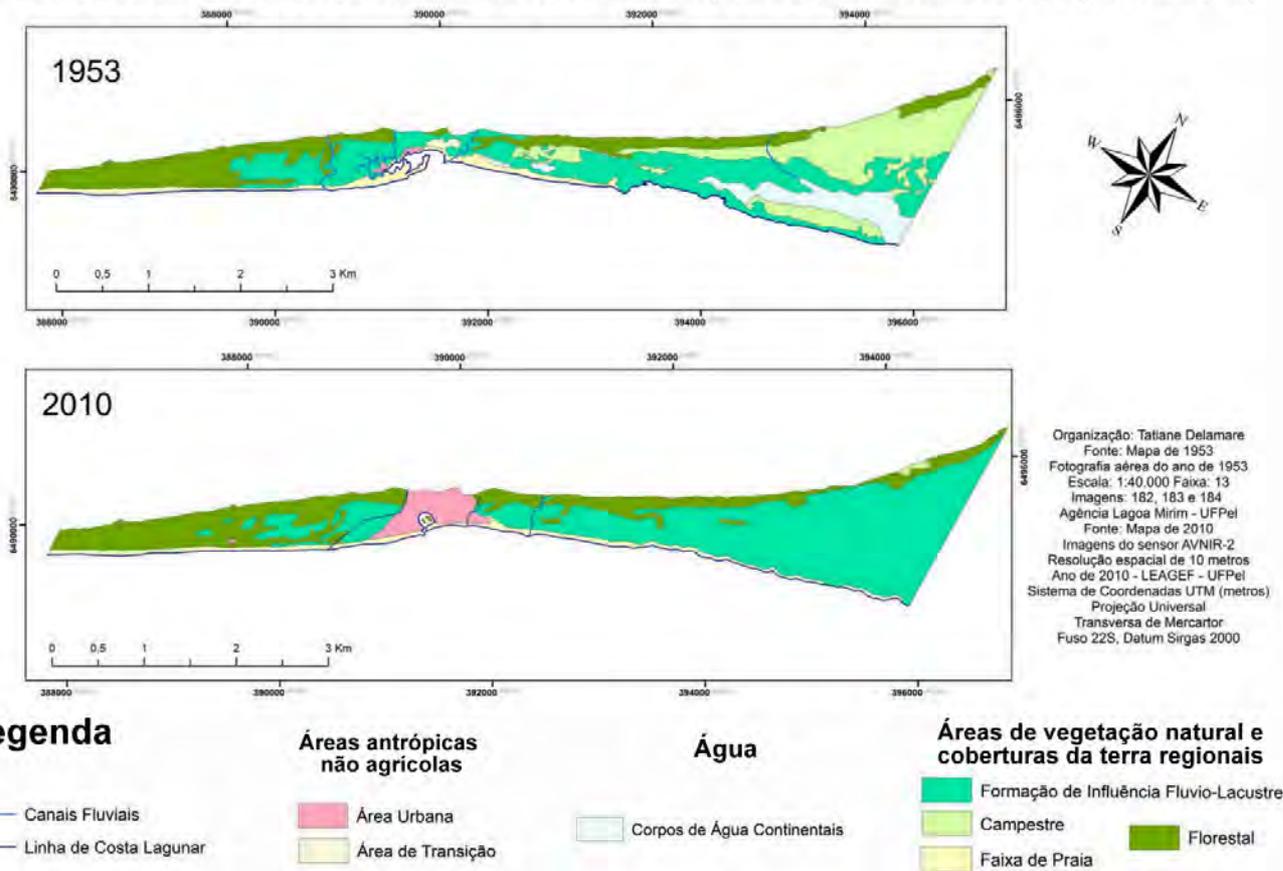


Figura 2 - Mapa de Cobertura e Uso da Terra associado ao Mapa Morfohidrográfico da Colônia de Pescadores Z3 (1953 – 2010).

Figure 2 - Land use/cover Map associated to the Morphohydrographic Map of the Z3 Fishing Village (1953 – 2010).

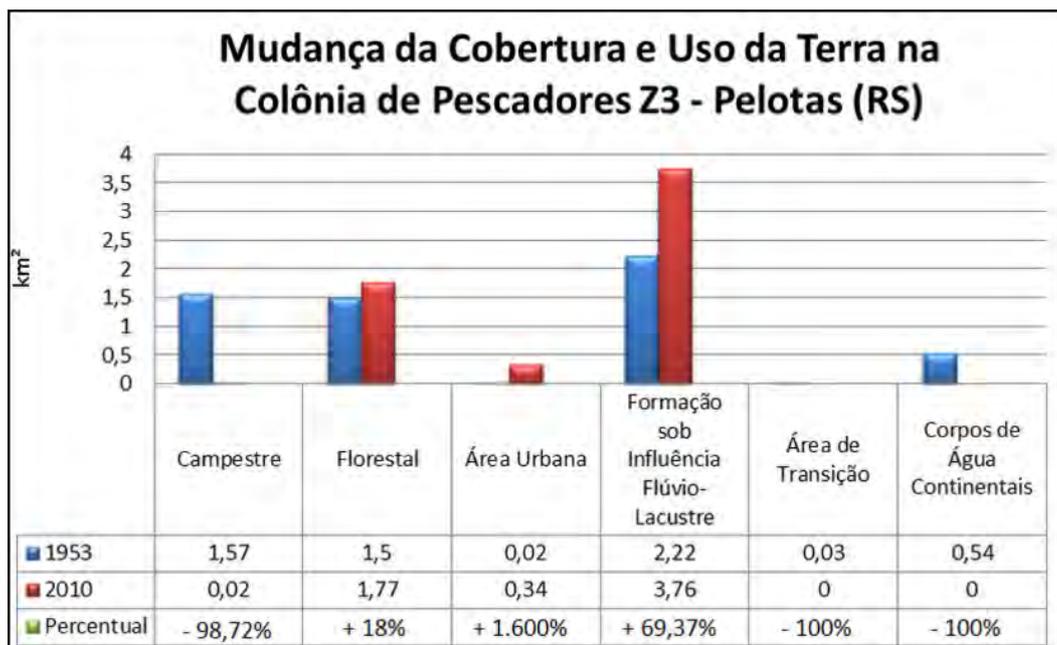


Figura 3 - Dinâmica de Cobertura e Uso da Terra entre os cenários de 1953 e 2010 na Colônia de Pescadores Z3.

Figure 3 - Land use/cover dynamics between 1953 and 2010 in the Z3 Fishing Village.

2010 esta área aumentou para 0,34 km<sup>2</sup>, contabilizando uma ampliação de 1.600%, fato que tem relação direta com a alteração e degradação dos elementos do sistema físico-ambiental desse segmento, principalmente a morfologia.

Apesar do aumento na extensão da área urbanizada, os dados obtidos a partir dos Censos Demográficos de 2000 (IBGE, 2001) e 2010 (IBGE, 2013a) demonstram que a população entre esses anos diminuiu, sendo que em 2000 a população era de 3.321 habitantes e em 2010 esse número foi 3.166 habitantes. O comparativo entre esses dois censos revela outro dado importante: o percentual de domicílios ocupados também diminuiu, sendo 87,51% ocupados em 2000 e 84,21% em 2010. Esses dados justificam-se possivelmente pelo perfil sazonal de parte da população no período de permissão para pesca, sobretudo durante a safra do camarão. As informações sobre a cobertura e uso da terra da Figura 2 mostram que a estrutura urbana se concentrou próxima a Laguna dos Patos, tendo vínculo direto com a organização da atividade econômica da pesca.

Em decorrência do crescimento da área urbana ocorreram modificações tanto em cursos de água como na linha de costa, sendo destacadas: a retificação do canal Reasilva e a construção da estrada de acesso à Colônia (Figura 4) e a construção dos dois atracadouros para os barcos: Divinéia I e Divinéia II (Figura 1).



Figura 4 - Ponte de acesso à Colônia de Pescadores Z3, sobre o canal Reasilva. Detalhe para o aterro consolidado para a construção da estrada e que secciona a conexão natural existente entre as áreas de banhado (à esquerda) e a Laguna dos Patos (à direita). Fonte: Delamare

*Figure 4 - Access bridge to the Z3 Fishing Village, over the Reasilva channel. Detail on the consolidated grounding for the Road construction which cuts off the natural existing connection between the swamp areas (on the left) and the Patos Lagoon (on the right). Source: Delamare.*

No mapeamento de 1953 foram identificadas Áreas de Transição referentes aos espaços que se encontravam em processo de transformação entre cobertura e uso ou

entre diferentes usos da terra. As áreas de transição foram verificadas somente no cenário de 1953, com uma extensão relativamente pequena, de 0,03 km<sup>2</sup>. Nas áreas de transição surgiram lotes, arruamentos e moradias vinculados à área urbana, conforme evidencia o mapa da cobertura e uso da terra de 2010.

As áreas que estão próximas à Laguna dos Patos estão sob influência direta da dinâmica fluvial e lacustre em seu processo de formação e consolidação, pois são periodicamente inundadas e devido às condições de solo mal drenado tendem a permanecer alagadas, caracterizando-se, portanto, como zonas de banhado, compreendidas neste trabalho como Formações sob Influência Flúvio-Lacustre (FIFL).

Os dados de cobertura e uso da terra evidenciam que em 1953 as áreas de FIFL ocupavam área de 2,22 km<sup>2</sup>. Em 2010 houve uma evolução espacial destas áreas, que passaram a ocupar 3,76 km<sup>2</sup>. Essa evolução das áreas de FIFL ocorreu de forma gradativa no decorrer do processo de ocupação antrópica devido às modificações ocorridas na linha de costa, como a construção dos atracadouros de barcos que alteraram a circulação da água da laguna, fazendo com que alguns setores da linha de costa passassem a concentrar um aporte maior de água durante um período maior de tempo, ocasionando a expansão das áreas de FIFL (Figura 5).



Figura 5 - Formações sob Influência Flúvio-Lacustre (FIFL) próximas à faixa praial e ao fundo as Áreas Florestais. Fonte: Delamare

*Figure 5 - Fluvial-lacustrine Influenced Formations near the beach line and on the background Forest Areas. Source: Delamare*

As áreas campestres são comuns em regiões litorâneas, recebendo por vezes a denominação de campos litorâneos. Desenvolvem-se sob diferentes condições de umidade e apresentam fisionomias distintas. Segundo Schäfer (2009) essa formação é composta por pastagens naturais com gramíneas e leguminosas, sendo que as condições de drenagem do solo determinam dois tipos distintos de campos, os secos e os úmidos. No segmento

que corresponde à área de pesquisa são encontrados campos úmidos, que se desenvolvem em áreas mais deprimidas e úmidas, não ultrapassando 60 cm de altura. As gramíneas são características dessa formação.

As áreas campestres se diferenciam de áreas de FIFL pelo fato de as primeiras sofrerem inundações de forma periódica, reduzindo seu tamanho principalmente no inverno devido à formação de filetes de água em superfície. Já as áreas de FIFL permanecem alagadas, independentemente dos períodos de significativa precipitação ou estiagem, formando com isso áreas reconhecidas pela denominação regional de “banhado”, onde predomina vegetação hidrófila, total ou parcialmente coberta por água.

Os dados da cobertura e uso da terra evidenciam que em 1953 as Áreas Campestres correspondiam a 1,57 km<sup>2</sup>. Em 2010 essas áreas praticamente desapareceram, restando somente uma área de 0,02 km<sup>2</sup> (diminuição de 98,72%). No mapa de cobertura e uso da terra do ano de 1953 é possível verificar que as Áreas Campestres localizavam-se na porção norte da área em estudo. Em 2010 restaram somente pequenas porções das mesmas, que se encontram afastadas da Laguna dos Patos, distantes das áreas de inundação.

Praticamente toda a extensão de Áreas Campestres verificadas em 1953 evoluiu para áreas de FIFL, de acordo com o mapeamento da cobertura e uso da terra do ano de 2010. Para compreender essa alteração foram avaliadas as datas de obtenção das aerofotografias e da imagem de satélite. As aerofotografias foram obtidas no mês de fevereiro (período de verão), já a imagem de satélite corresponde ao mês de julho (período de inverno). Conforme Schäfer (2009), no inverno as formações campestres tendem a sofrer uma redução espacial significativa devido à influência da Laguna dos Patos, já que nessa época do ano o nível de água da laguna aumenta, inundando essas áreas próximas e ampliando as áreas de FIFL (Formações sob Influência Flúvio-Lacustre).

Porém, entende-se que apesar de sazonal, esta alteração também é resultado das ações antrópicas, como no caso do aterramento de canais que permitiam o escoamento da água acumulada nas áreas de FIFL para a laguna. O aterramento destes canais, atrelado às más condições de drenagem dos solos da área, fez com que o tempo de permanência da água do escoamento pluvial sobre as Áreas Campestres se tornasse maior, dificultando o escoamento em direção à laguna. Muitas vezes a água acumula-se de forma permanente, possibilitando a compreensão sobre a conversão das áreas campestres para áreas de FIFL.

As Áreas Florestais naturais encontradas na Colônia Z3 foram preservadas ao longo do período analisado. Essas coberturas estão localizadas próximas à faixa praial e das zonas de FIFL, servindo, dessa forma, como uma barreira protetora para esses ambientes.

Nos mapeamentos da cobertura e uso da terra verificou-se que em 1953 as Áreas Florestais ocupavam uma área de 1,50 km<sup>2</sup>, já em 2010 houve uma expansão para 1,77 km<sup>2</sup>, cerca de 18%. Esse aumento demonstra que as Áreas Florestais foram preservadas durante o processo de ocupação antrópica, mesmo estando próximas à aglomeração urbana. Pode-se destacar como positivo esse resultado, pois a preservação da vegetação pioneira tende a conservar o ambiente ecologicamente equilibrado, além de manter o solo estável e com nutrientes.

Os dados da cobertura e uso da terra evidenciam que em 1953 os Corpos de Água Continentais ocupavam somente 0,54 km<sup>2</sup> da área estudo e em 2010 desapareceram por completo da paisagem da área, sendo ocupados por áreas de FIFL. Entende-se que a evolução das áreas de FIFL sobre os corpos de água continentais ocorreu gradativamente, como forma de adaptação deste tipo de cobertura às superfícies que deixaram de permanecer submersas e se transformaram em áreas bastante encharcadas.

No mapeamento de 1953 (Figura 2) identificou-se um canal fluvial que desaguava diretamente no corpo de água continental mais representativo da área, localizado na porção nordeste, e que se conectava com a Laguna dos Patos. Em torno deste corpo de água já predominavam Áreas Campestres e áreas de FIFL. No mapeamento de 2010 (Figura 2) o canal fluvial citado desapareceu, muito possivelmente em função da ação antrópica, a partir de práticas agrícolas desenvolvidas ao norte, já fora da área de abrangência desta pesquisa. A diminuição da vazão de água que desaguava neste corpo de água possibilitou sua gradual conversão em superfícies extremamente encharcadas, sobre as quais evoluíram áreas de FIFL.

A Faixa Praial definida nesse estudo tomou por base o Artigo 10º, parágrafo 3º da Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, o qual descreve: Entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde comece um outro ecossistema.

A dinâmica da cobertura e uso da terra que ocorreu ao longo de 57 anos modificou a linha de costa da área de estudo com reflexos sobre a Faixa Praial. Entretanto, dados sobre a extensão dessas alterações apontam que não ocorreram modificações expressivas no tamanho das áreas (reco e/ou avanço). No ano de 1953 a Faixa Praial possuía 0,43 km<sup>2</sup>, e manteve o mesmo tamanho em 2010.

Esse fato se tornou curioso, pois mesmo com tantas mudanças na linha de costa, que acabaram ocasionando erosão em alguns pontos e sedimentação em outros, o tamanho da Faixa Praial permaneceu igual. Esta situação, entretanto, pode ser mais bem analisada a partir da

sobreposição das linhas de costa oriundas dos mapeamentos morfohidrográficos dos cenários de 1953 e 2010, fato que possibilita compreender melhor a dinâmica de recuo e ampliação da Faixa Praial na Colônia Z3.

### **3.2. Mapeamento Morfohidrográfico da Colônia de Pescadores Z3**

O mapeamento morfohidrográfico realizado nesta pesquisa é apresentado em associação com o mapeamento da cobertura e uso da terra (Figura 2). A comparação entre os cenários evidencia a retificação, transposição e aterramento de canais fluviais com consequente alteração da morfodinâmica fluvio-lacustre desse ambiente.

Durante a realização dos trabalhos de campo constatou-se que áreas com bom escoamento superficial acabaram por permanecer mais tempo alagadas, acarretando em modificações na composição vegetal de determinados segmentos, conforme o já mencionado aumento nas áreas de FIFL. O canal Reasilva passou por intensas modificações no seu curso, sendo desviado e retificado para a construção do primeiro atracadouro de barcos de pesca “Divinéia I”, e para a ampliação do aglomerado urbano da Colônia de Pescadores. A supressão, retificação e transposição dos canais fluviais na área certamente tiveram uma relação também com o aporte de sedimentos junto à linha de costa, pois contribuíram para mudanças na localização espacial da desembocadura do Canal Reasilva, mudando o local de emissão final dos sedimentos transportados até a Laguna dos Patos. Estas alterações também encerraram os processos de deposição desencadeados pelo canal que se conectava ao maior corpo de água verificado no cenário de 1953, e que se conectava diretamente com a Laguna dos Patos, contribuindo para o recuo da linha de costa naquele segmento.

Com o intuito de compreender as alterações espaciais ocorridas ao longo da linha de costa da Colônia foi elaborado um mapa comparativo, a partir da sobreposição dos traçados da linha de costa nos dois períodos em que foram realizados os mapeamentos (Figura 6). Foram reconhecidos 14 segmentos de linha de costa onde se intercalam trechos de aporte de sedimentos, de erosão praial, bem como trechos onde não foram identificadas alterações espaciais (Figura 6). Cada segmento foi analisado a fim de possibilitar uma análise mais detalhada das alterações e suas relações com a dinâmica da cobertura e uso da terra.

### **3.3. Áreas de erosão praial e recuo da linha de costa lagunar**

Os segmentos onde predomina o recuo da linha de costa lagunar foram identificados com os números 2, 7, 9, 11, e 13 (áreas em verde na Figura 6). Os segmentos número 2 e 7 se referem às áreas em contato direto com a

área urbana, onde significativas alterações ocorreram em uma antiga reentrância existente na linha de costa e identificada no cenário de 1953 (Figura 2 e Figura 6). A descaracterização desta reentrância também abrangeu a transposição do curso final e da foz do canal Reasilva, alterando o aporte de sedimentos que chegavam até a Laguna dos Patos.

Os segmentos 9, 11 e 13 (Figura 6) se encontram mais afastados da Colônia de Pescadores Z3. Entretanto, mesmo distantes dos locais onde ocorreram as alterações antrópicas diretas vinculadas à urbanização, como retirada de material da linha de costa, aterramento da enseada, transposição e retificação de cursos de água, ocorreram modificações na morfodinâmica que se refletiram nesses segmentos.

Estes processos podem ser resultado indireto da ação antrópica, sobretudo se observada a grande dinâmica da cobertura e uso da terra ocorrida nas adjacências desses trechos e que refletem a mudança dos Corpos de Água Continentais para áreas de FIFL, fato que pode significar um menor aporte de sedimentos que chega até a Laguna dos Patos e deixa de atuar na manutenção da Faixa Praial. O menor aporte de sedimentos explicaria a ampliação destas áreas de erosão, mas deixaria em aberto questões sobre como, entre estas áreas de erosão caracterizadas pelos segmentos 9, 11 e 13, se intercalam áreas de deposição, como no caso dos trechos 10, 12 e 14. No cenário de 1953 estes trechos apresentavam reentrâncias na linha de costa da Colônia Z3 sendo que no cenário de 2010 foram redefinidos por sedimentos que ampliaram a faixa de praia.

Acredita-se que a morfodinâmica natural da Laguna dos Patos seja a principal responsável pela configuração verificada, pois, os trabalhos de Fischer & Calliari (2011) constataram a incidência oblíqua das ondas, com ventos soprando nas direções NE e SE no setor do Saco do Laranjal, onde se localiza a Colônia de Pescadores Z3. Assim, em áreas distantes do processo de ocupação mais intenso, a morfodinâmica da Laguna dos Patos estaria atuando no sentido de uniformizar a linha de costa e esta situação é perceptível na comparação dos cenários de 1953 e 2010.

### **3.4. Áreas de sedimentação e avanço da linha de costa**

O avanço da linha de costa lagunar foi identificado nos segmentos 1, 3, 4, 5, 8, 10, 12 e 14 (áreas em vermelho na Figura 6). No segmento 1 o avanço da linha de costa esteve atrelado às obras de construção da estrada de acesso à Colônia Z3. O material antropogênico utilizado para a consolidação e manutenção dos aterros que mantém a estrada em um nível superior acabou por contribuir para a gradual expansão da linha de costa em direção à Laguna dos Patos.

## MAPA COMPARATIVO DA LINHA DE COSTA DA COLÔNIA DE PESCADORES Z3, PELOTAS - RS - BRASIL (1953 - 2010)

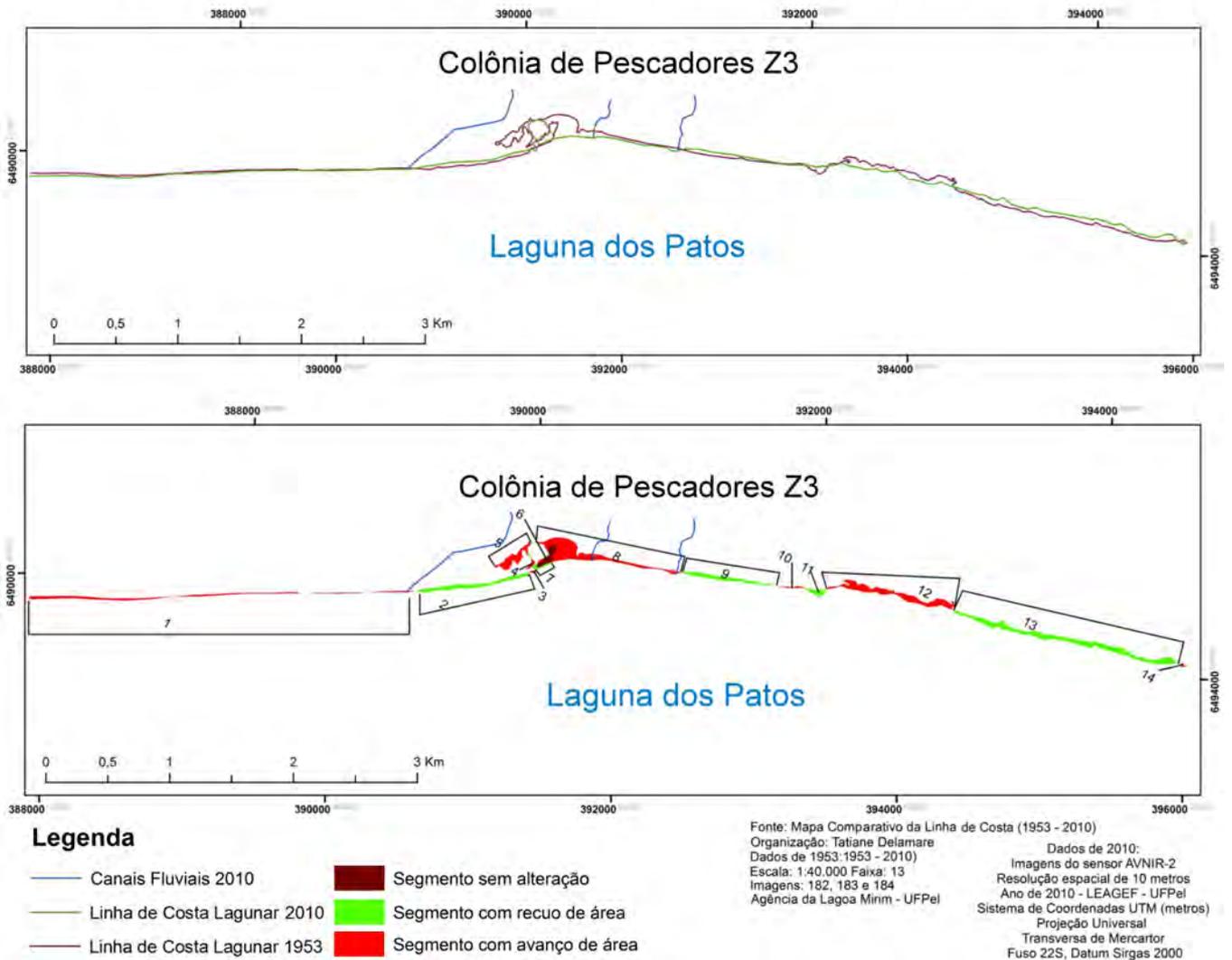


Figura 6 - Mapa Comparativo da Linha de Costa da Colônia de Pescadores Z3, Pelotas – RS – Brasil (1953 – 2010). Fonte: DELAMARE, T.O.

Figure 6 - Comparative Map of the Z3 Fishing Village Coastline, Pelotas – RS – Brasil (1953 – 2010). Source: DELAMARE, T.O.

Já nos segmentos 4, 5, 6, 7 e 8 o avanço da linha de costa foi desencadeado, sobretudo, pelo sistema de aterramentos antropogênicos organizados para a expansão do aglomerado urbano da Colônia Z3 (Figura 7). As mudanças foram significativas e transformaram as características espaciais da linha de costa, onde no cenário de 1953 ocorria uma reentrância. No cenário de 2010 a reentrância foi descaracterizada para a construção de um atracadouro de barcos, com criação de uma ilha artificial no centro para ampliar a área de ancoragem das embarcações (Figura 8). Aliados aos aterramentos, molhes foram construídos com blocos de granito, contribuindo para a alteração na circulação de água e sedimentos ao longo da linha de costa lagunar, com consequente ampliação das áreas de sedimentação verificadas no segmento 8 (Figura 6). Em campo, os moradores da

área afirmaram que dragagens periódicas são realizadas nos canais que desembocam na laguna via molhes, em função do grande acúmulo de sedimentos.

Os dois últimos segmentos onde foi verificado o avanço da linha de costa (segmentos 12 e 14 – Figura 6) se encontram afastados da área urbanizada. Entende-se que a expansão da linha de costa nessas áreas ocorreu de forma natural, vinculados à morfodinâmica da Laguna dos Patos já apontada anteriormente, porém podem ter sido intensificados pelas alterações na cobertura e no uso da terra que ocorreram nos demais segmentos analisados.

### 3.5. Áreas de manutenção da linha de costa

Somente um segmento se manteve sem alteração nas características espaciais da linha de costa (segmento 6 –



**Figura 7** - Formações sob Influência Fluvio-Lacustre (FIFL) marginais às residências já consolidadas e aterramentos com saibro sendo efetivados para a ampliação dos lotes urbanos. Fonte: Delamare

**Figure 7** - Fluvial-lacustrine Influenced Formations along the already consolidated houses and gravel coating made effective for the enlargement of the urban lots. Source: Delamare



**Figura 8** - Características do atracadouro de barcos “Divinéia I” e ao fundo a ilha artificial criada para ampliar a área de ancoragem de barcos de pesca. Fonte: Delamare

**Figure 8** - Boat port “Divinéia I” characteristics and in the background the artificial island created to enlarge the anchor area of fishing boats. Source: Delamare

Figura 6). Nessa área se localizava o pontal sudoeste da reentrância verificada no cenário de 1953, que foi conectado aos aterramentos antropogênicos que evoluíram a partir do pontal nordeste verificado na linha de costa do cenário de 1953. Entende-se que mesmo sem perdas ou ganhos de área este segmento passou por forte interferência antrópica, pois houve grande descaracterização da linha de costa, com comprometimento da circulação de água e materiais oriundos dos canais de drenagem que foram aterrados e transpostos, bem como da própria Laguna dos Patos. Este comprometimento na circulação de água se deve, conforme constatado em trabalho de

campo, à mínima conexão do fluxo de água da Laguna dos Patos com a reentrância antropogênica formada após a construção de atracadouro de barcos Divinéia I e à transposição do Canal Reasilva, que alterou a foz deste curso para oeste, ocasionando a interrupção do fluxo de água e sedimentos transportados para esta reentrância.

#### 4. Considerações finais

As alterações ocorridas no segmento da Laguna dos Patos, onde está localizada a Colônia de Pescadores Z3, foram intensas e diretamente relacionadas ao processo de urbanização e à atividade econômica da pesca.

Assim como a grande maioria dos ambientes costeiros, na Colônia Z3 também não houve um planejamento da ocupação espacial. Conforme ocorriam os fluxos migratórios, tiveram cabo os processos de alteração vinculados à ocupação da área.

Os dados obtidos a partir dos mapeamentos da cobertura e uso da terra de 1953 e 2010 corroboraram para o entendimento da gênese das alterações na linha de costa lagunar, sendo possível destacar algumas conclusões:

- (1) Considera-se positiva a evolução das áreas de floresta, que em ambientes costeiros atuam como barreira de contenção para os processos erosivos e mantém as propriedades pedológicas, sendo esta questão de fundamental importância em solos com pedogênese recente.
- (2) A área urbanizada, ao longo do período analisado e na atualidade, vem crescendo de forma incorreta, assentada sobre aterramentos estruturalmente desiguais que não respeitam as características físico-ambientais da área, colocando em risco as populações que habitam estes locais. Esta situação merece maior atenção dos órgãos públicos.
- (3) Mesmo nos segmentos onde não ocorreu uma intervenção antrópica direta também foram verificadas mudanças na linha de costa lagunar, indicando que processos naturais, em consonância com o uso da terra ou potencializados indiretamente pela ação antrópica, também competem para as alterações na morfodinâmica.
- (5) A fragilidade das coberturas vegetais pioneiras constatadas na área em estudo evidencia que alterações na morfohidrografia, em especial sobre a rede de drenagem, podem atuar na drástica modificação das coberturas da terra, com reflexos na dinâmica da linha de costa lagunar.
- (6) A pesquisa realizada possibilita compreender o Homem como agente geomorfológico, que atua na criação e alteração das formas do relevo e da rede de drenagem de regiões costeiras lagunares. A alteração das formas irá consequentemente, conduzir a mudanças na morfodinâmica, tendo reflexos na organização da cobertura vegetal.

Por fim, a Colônia de Pescadores Z3 não recebeu a devida atenção dos órgãos gestores competentes para avaliar as possíveis modificações no sistema físico-ambiental, resultantes do processo de ocupação. Essa desatenção com o ambiente costeiro lagunar está em desacordo com a Constituição Federal Brasileira que estabelece no Artigo 225, parágrafo 4º, que a Zona Costeira é um “patrimônio nacional, e sua utilização deverá ocorrer na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais”.

## Appendix

Supporting Information associated with this article is available on-line at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-543\\_Delamare\\_SupInf.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-543_Delamare_SupInf.pdf)

## References

- Amorim, R.R.; Oliveira, R.C. (2009) – O Estudo das unidades de relevo em municípios da faixa costeira brasileira: O exemplo do município de São Vicente – SP. *Revista Caminhos de Geografia* (ISSN: 1678-6343), 10(30):163-183, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil. Disponível on-line em <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15974/9009>
- Bird, E.C.F. (1985) – *Coastline Changes: A Global Review*. 232p., John Wiley & Sons, Chichester, U.K. ISBN: 978-0471906469.
- Ceron, A.O.; Diniz, J.A.F. (1966) - O uso das fotografias aéreas na identificação agrícola da terra. *Revista Brasileira de Geografia* (ISSN: 03757536), 28(2):161-173, IBGE – Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em <http://disciplinas.stoa.usp.br/mod/resource/view.php?id=62897>
- Conway, T.M.; Nordstrom, K.F. (2003) – Characteristics of Topography and Vegetation at Boundaries between the Beach and Dune on Residential Shorefront Lost in Two Municipalities in New Jersey, USA. *Ocean & Coastal Management*, 46(6-7):635-648, Oxford, UK. DOI: 10.1016/S0964-5691(03)00039-5
- Cunha, S.B.; Guerra, A.J.T. (2010) – *Geomorfologia do Brasil*. 388p., Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 978-8528606706.
- Fischer, A.; Calliari, L.J. (2011) - Variações morfodinâmicas das praias do "Saco do Laranjal", costa noroeste do estuário da Laguna dos Patos. *Pesquisas em Geociências* (ISSN: 1518-2398), 38(3): 283-296, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/igeo/pesquisas/3803/6-3803.pdf>
- IBGE (1986) – Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (org.), *Levantamento de Recursos Naturais*, v.22 pp.791, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 85-240-0253-0. Disponível on-line em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv19048.pdf>
- IBGE (2001) – *Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000*. 415p., Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 85-240-08504. Disponível on-line em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/sinopse\\_preliminar/Censo2000sinopse.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/sinopse_preliminar/Censo2000sinopse.pdf)
- IBGE (2013a) – *Atlas do Censo Demográfico 2010*. 156p., Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 978-8524042812. Disponível on-line em <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=264529>
- IBGE (2013b) – *Manual Técnico de Uso da Terra*. 171p., Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 978-85-240-4307-9. Disponível on-line em [ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/manuais\\_tecnicos/manual\\_uso\\_da\\_terra.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_uso_da_terra.pdf)
- Marino, M.T.R.D.; Freire, G.S.S. (2013) – Análise da evolução da linha de costa entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 13(1):113-129. DOI: 10.5894/rgci373.
- Moraes, A.C.R. (2007) – *Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro*. 232p., Annablume, São Paulo, SP, Brasil. ISBN 978-85-7419-677-0. Disponível on-line em <http://goo.gl/hAaQvc>
- Rambo, B. (1994) – *A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural*. 473p., Editora UNISINOS, São Leopoldo, RS, Brasil. ISBN: 978-8585580117.
- Sato, S.E.; Cunha, C.M.L. (2013) – Carta de unidades geoambientais do município de Itanhaém, São Paulo, Brasil, *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 13(3):329-342. DOI: 10.5894/rgci409
- Schäfer, A.E. (2009) – *Atlas socioambiental: municípios de Mostardas, Tavares, São José do Norte e Santa Vitória do Palmar*. 372p., Editora Educ, Caxias do Sul, RS, Brasil. ISBN: 978-85-7061-517-6. Disponível on-line em [https://docs.google.com/file/d/0BYw\\_g7Puk0zzeDBrMEs1Z04tRWM/edit?pli=1](https://docs.google.com/file/d/0BYw_g7Puk0zzeDBrMEs1Z04tRWM/edit?pli=1)
- Souza, T.A.; Oliveira, R.C. (2012) - Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. *Revista Geonorte* (ISSN: 2237-1419), 2(4):1348 – 1355, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil. Disponível on-line em [http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009\\_AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE IMAGENS TRIDIMENSIONAIS EM MEIO DIGITAL PARA O MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE IMAGENS TRIDIMENSIONAIS EM MEIO DIGITAL PARA O MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO).pdf)
- Tessler, M.G.; Mahiques, M.M. (2000) – Processos oceânicos e a fisiografia dos fundos marinhos. In: Wilson Teixeira, M. Cristina Motta de Toledo, Thomas Rich Fairchild & Fabio Taioli (coord.), *Decifrando a Terra*, pp.262-284, Editora Oficina de Textos, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 978-8586238147
- Villwock, J.A., Tomazelli, L.J. (2007) - Planície Costeira do Rio Grande do Sul: gênese e paisagem natural. In: Fernando Gertum Becker, Ricardo Aranha Ramos & Luciano de Azevedo Moura (org.), *Biodiversidade Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazaís de Tapes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul*, pp.20-33, Editora SCAN, Brasília, DF, Brasil. ISBN 85-7738-037-8. Disponível on-line em [http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/cap\\_1\\_lagoa\\_casamento.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/cap_1_lagoa_casamento.pdf)

## Legislação

- Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Publicado no DOU (Diário Oficial da União) de 5 OUT 1988, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em [http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988\\_05.10.1988/CON1988.pdf](http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988_05.10.1988/CON1988.pdf)
- Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC de 1988*. Publicado no DOU (Diário Oficial da União) de 18 MAI 1988, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm)

## Web pages

- EAP (2014) - *Normais Climatológicas*. Web Page da Estação Agrometeorológica de Pelotas (EAP), Embrapa Clima Temperado / Universidade Federal de Pelotas / Instituto Nacional de Meteorologia, Capão do Leão, RS, Brasil. URL: <http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/normais.html>

## **Análise do grau de artificialização: estudo de caso das Praias Brava, Itajaí (Santa Catarina, Brasil) e Brava, Punta del Este (Maldonado, Uruguai)<sup>\*</sup>**

Camila Longarete<sup>@, a</sup>; Briana A. Bombana<sup>a</sup>; Marcela A. Mascarello<sup>a, b</sup>

### **Resumo**

As crescentes pressão e confluência da população humana nas zonas costeiras acarretam um processo contínuo e cada vez mais frequente de artificialização de áreas anteriormente naturais. Tal processo, quando associado a um planejamento e ordenamento deficiente ou ausente, ocasiona problemas como a degradação de ecossistemas e a saturação de infraestruturas urbanas. Nesse sentido, seu diagnóstico e sua análise se tornam indispensáveis para estabelecer áreas prioritárias para iniciativas de gestão costeira. A artificialização territorial surge como um dos resultados da concentração humana na costa e é entendida como a antropização dos espaços naturais. O grau de artificialização é, portanto, um indicador da influência do homem na transformação dos espaços naturais a artificiais. O presente trabalho tem como objetivo determinar o grau de artificialização das praias Brava de Itajaí (Santa Catarina, Brasil) e Brava de Punta del Este (Maldonado, Uruguai) e estabelecer relação entre este e o estágio de desenvolvimento no qual se encontram, a fim de subvencionar informação de caráter técnico para os processos de tomada de decisão. Para tal, imagens do satélite *QuickBird* para as praias mencionadas, georreferenciadas e disponíveis online como mapa base do *software* ArcGis<sup>®</sup> 10, foram adquiridas e tratadas, sobre as quais mapas de uso e cobertura do solo e de grau de artificialização foram elaborados. Dentro do grau de artificialização, as classes natural, médio e alto foram discriminadas, com valores de 41,8%, 41,7% e 16,5% para a praia brasileira, e 43,6%, 44,8% e 11,6% para a praia uruguaia. Os dados obtidos, cruzados com a revisão bibliográfica, demonstraram que as praias se classificam em estágio intermediário (Itajaí) e principal (Punta del Este) de desenvolvimento, ainda que possuam valores similares de artificialização. Como indicadores dos estágios, destaca-se que, para a primeira praia, algumas das maiores manchas de uso e cobertura são aquelas referentes a áreas de construção, enquanto que, para a segunda, essas manchas são alusivas às residências multifamiliares. Diferentes dinâmicas no histórico de ocupação e no desenvolvimento atual são, portanto, percebidas. Ademais, conclui-se que ambas as praias apresentam uma maior percentagem de cobertura do solo referente à soma de médio e alto graus de artificialização frente a espaços naturais, demonstrando uma antropização do espaço costeiro, que vem associada ao desenvolvimento do “turismo de sol e praia”.

**Palavras-chave:** planejamento costeiro, uso do solo, praias.

### **Abstract**

*Analysis of artificialization level: case study of the Brava Beach, Itajaí (Santa Catarina, Brazil) and Brava Beach, Punta del Este (Maldonado, Uruguay)*

*The growing pressure and confluence of the human population on the coastal zones induce a continuous and increasingly process of artificialization in previously natural areas. The artificialization, when associated with a deficient or absent littoral planning, causes problems as ecosystems degradation and urban infrastructures saturation. In this sense, the diagnostic and*

<sup>@</sup> Corresponding author, to whom correspondence should be addressed.

<sup>a</sup> Universidad de la Republica (UDELAR), Centro Interdisciplinario de Manejo Costero Integrado del Cono Sur, Martinez Trueba, 1300, Montevideo, Uruguay. E-mails: Longarete <camilalongarete@gmail.com>; Bombana <brianaab@gmail.com>; Mascarello <mascarellomarcela@gmail.com>

<sup>b</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Rua General Osório, 348, Bento Gonçalves, RS, Brasil

<sup>\*</sup> Submission: 22 APR 2014; Peer review: 9 JUN 2014; Revised: 9 SEP 2014; Accepted: 14 NOV 2014; Available on-line: 17 NOV 2014



analysis of the artificialization degree become imminent to establish priority areas for coastal management initiatives. The territorial artificialization arises as one of the results of the human concentration on the coast and it is understood as an anthropization of natural areas, being the anthropization the process of transformation that the human exert over that environment. Therefore, the artificialization degree is an indicator of the human influence in the transformation of natural spaces into artificial ones. The present work aims to determine the artificialization degree of the Brava beach of Itajaí (Santa Catarina, Brazil) and the Brava beach of Punta del Este (Maldonado, Uruguay), and establish a relationship between the degree of artificialization and the development stage referred to each one of those, to subsidize technical information for the decision making processes. Both beaches are important touristic destinations, localized at two proeminent South American centers, in the civil construction market as well as the real state speculation. To this end, Quickbird satellite images of both mentioned beaches, in a 1:2000 scale, georeferenced and available as a basemap in the software ArcGis<sup>®</sup> 10, were obtained and treated, above which it land use and cover, and artificialization maps were elaborated for a 300m coastal strip. The land use and cover were determined according to the methodological approach of the EEA (2000), which establishes 6 main groups: natural space; semi natural space; residential areas; infrastructure, equipments and commercial areas; mines, dumps sites and, construction areas; and agricultural and forestry areas, subdivided in 44 classes. In the other hand, the artificialization degree was calculated (qualitatively) with the application of the Delphi model, which obtains the consensus of a group of specialists that, in this case, responded to a series of questionnaires related to this investigation field in Lacasa (2009). This group selected growing values (0 as natural, 4 as high) for different classes of artificialization, according to the types of land use and cover. Also, a bibliographical research together with an empirical knowledge of both zones were important to the analysis, especially to the establishment of the development stages for each case of study. This establishment was based on a classification developed by Horn Filho (2006). For the artificialization degree, the natural, medium and high artificialization classes were discriminated, with values of 41,8%, 41,7% and 16,5% for the Brazilian beach; and 43,6%, 44,8% and 11,6%, for the Uruguayan beach. It was concluded that both beaches presented a higher percentage of medium and high degrees of artificialization compared to the natural degree, demonstrating an anthropization of the coastal area, that is associated with the sun and beach tourism development. Especially when considering that the natural space class is intrinsically related with the sand strip, possibly preserved because of the limitation caused by the former construction of the coastal avenue. The obtained data, intersected with bibliographical research, demonstrated that the studied beaches are classified as intermediate (Itajaí) and main (Punta del Este) stages, although presented similar values of artificialization. As stages' indicators, it is worth to stand out that, in the first beach, the intensification of its urban development is relatively new and one of the biggest use and occupation spots are those referred to the construction areas while, for the second, these spots are allusive to multifamily residences. Different dynamics in the occupation historial and in the actual development are, therefore, observed, making the intersection of the artificialization and the development stages analysis, a recommendable process. . The maps are an important tool to make easier the comprehension of the data in both cases of study, being a useful way to lead the information for the population and the decision makers.

**Key words:** coastal planning, land use, beaches.

## 1. Introdução

As crescentes pressão e confluência da população humana nas zonas costeiras acarretam em um processo contínuo e cada vez mais frequente de artificialização de áreas anteriormente naturais. Tal processo, quando associado a um planejamento e ordenamento deficiente ou ausente do espaço litorâneo, ocasiona problemas como a degradação de ecossistemas e a saturação de infraestruturas urbanas, o que torna seu diagnóstico e sua análise necessários para a tomada de decisões dentro do contexto da gestão costeira.

O conceito de artificialização surgiu no intuito de conceituar a rápida alteração do ambiente natural pela ação do homem, estando presente nas mais diversas áreas: saúde, social (Piatto & Polette, 2012), comunicação entre outras.

No que tange à dinâmica territorial e ao uso do solo, Lacasa (2009); Piatto & Polette (2012) definem como o processo de alteração das condições originais do ambiente pela incorporação ou extração de elementos, que não aparecem no processo evolutivo naturalmente, sem a intervenção do homem. Isso ocorre sempre que o

homem transforma o espaço de acordo com suas necessidades e com a disponibilidade de recursos (Ferreira *et al.*, 2009)

A artificialização consiste em um desafio para o planejamento e a gestão territorial (Tejada *et al.*, 2009), pois, para estes, é imprescindível o conhecimento do nível de alteração humana para compreender as tendências da área e, assim, estabelecer medidas sustentáveis de uso de acordo com as necessidades e peculiaridades de cada região, especialmente aquelas relacionadas ao crescimento impetuoso originado do turismo costeiro.

Embora essa modalidade de turismo proponha o desfrute de um entorno natural e reconheça o recurso praia como base insubstituível da atividade, a urbanização turística introduz componentes marcadamente artificiais que interagem de maneira negativa com os processos naturais que ocorrem, como a modificação da estrutura da paisagem, a fragmentação do habitat, a impermeabilização do solo, entre outros (Dadon, 2011).

Nesse contexto, é importante detalhar que o turismo de sol e praia é traduzido como a prática constituída de atividades relacionadas à recreação, ao entretenimento

ou ao descanso em praias, em função da presença conjunta de água, sol e calor. Além de estar atrelado ao espaço geográfico costeiro e a sua favorável condição climática, está diretamente ligado às dinâmicas de uso ecobertura em termos de espaço e tempo, intimamente relacionado às diferentes atividades sociais e econômicas locais (MTur, 2006).

No estado de Santa Catarina (SC), Brasil, o turismo consiste em uma das atividades econômicas mais importantes, ao mesmo tempo em que tem gerado grandes transformações, a partir da expansão e do crescimento urbano e, muitas vezes, compromete o ambiente, a paisagem, bem como as estruturas urbanas preexistentes (Reis, 2010).

Paralelamente, no Uruguai, o turismo costeiro é uma das principais atividades econômicas, onde Montevideo e Punta del Este possuem destaque como os destinos mais concorridos ao congregar quase 50% do número de turistas que chegam ao país. Segundo Defeo *et al.* (2008), essa atividade exerce uma pressão negativa sobre os ecossistemas costeiros e exige um incremento na infraestrutura de hotéis, estradas, restaurantes etc., que nem sempre são considerados nos processos de planejamento.

A fim de incrementar o conhecimento em escala local sobre a artificialização de espaços costeiros, foi definido como objetivo principal do presente trabalho determinar o grau de artificialização presente nas praias Brava de Itajaí, SC, e Brava de Punta del Este, Maldonado, tomadas como estudos de caso, e estabelecer relação entre o grau de artificialização com o estágio de desenvolvimento atual de tais praias. Para sua consecução, foram gerados mapas de uso e cobertura do solo, bem como mapas com os valores do grau de artificialização, correspondentes a cada praia e área adjacente. Esses valores foram cruzados e analisados com uma revisão bibliográfica dos processos de ocupação e desenvolvimento, a qual também auxiliou a determinação do estágio de desenvolvimento atual referente a cada localidade. Levou-se em conta que ambos os casos de estudo são destinos turísticos importantes, localizados em dois centros sul-americanos de destaque, tanto no mercado da construção civil quanto da especulação imobiliária.

## 2. Área de estudo

No intuito de viabilizar a presente análise, a praia Brava de Itajaí, SC, Brasil, e a praia Brava de Punta del Este, Maldonado, Uruguai, foram tomadas como estudo de caso. A localização de ambas está demonstrada na Figura 1.

### 2.1. Praia Brava, Itajaí

A praia Brava pertence ao município de Itajaí (litoral norte de Santa Catarina) e encontra-se ao noroeste, entre as coordenadas 26° 55' 69'' e 26° 57' 36'' de latitu-

de sul e 48° 37' 35'' e 48° 37' 93'' de longitude oeste. Constitui a maior praia do município, com aproximadamente 3km de extensão. O bairro que leva seu nome, e onde se localiza, possui 4.294 habitantes, dentro de uma população fixa de 183.373 habitantes, relativa ao município de Itajaí (IBGE, 2010).

Setores como logística, construção civil, atividades industriais e portuárias são os principais responsáveis pelo ingresso monetário na cidade, o que faz com que Itajaí possua o segundo maior PIB do estado (SETUR, 2010). Embora a atividade turística não seja a principal fonte de entrada monetária no município, especificamente a praia Brava se destaca pelo seu potencial atual e futuro para o desenvolvimento turístico (Siebert, 2008), o qual contabiliza na economia local e modifica a qualidade de vida de seus moradores e visitantes.

Vale destacar que, até a década de 70, a praia Brava de Itajaí era considerada agreste, apesar de já albergar alguns bares, casas noturnas e lares. Estava associada a uma imagem de perigo e bandidagem, a qual começou a ser modificada por iniciativas relacionadas a uma maior preocupação do Poder Público local em melhorar a qualidade de vida da população itajaiense e a melhorias na comunicação viária, especialmente pela Estrada do Turismo, com a cidade vizinha de Balneário Camboriú, que já apresentava um grande afluxo de turistas. A partir de então, ocorreu uma modificação da praia e de seu entorno, que tentava transformar o passado relacionado a prostituição, jogos de azar e crimes (Luna, 2004).

A acelerada urbanização, a partir do final da década de 90, aliada ao incremento do turismo de sol e praia, atraiu o investimento do capital imobiliário e de políticos locais para esse território, o que gerou conflitos territoriais entre as associações comunitárias e os interesses de grupos privados com influência sobre o Poder Público (Santos Jr. & Pereira, 2011). Desde então, o equilíbrio ambiental nessa zona tem sido ameaçado pela irregularidade dos processos crescentes de ocupação e uso do solo e pelas constantes alterações na sua organização espacial, impulsionadas pela especulação imobiliária, o que acarretou em uma transformação notória de sua paisagem e uma valorização acentuada (principalmente econômica) da área em um curto espaço de tempo (Santos, 2006).

No que tange à sua morfodinâmica, tal praia é caracterizada como intermediária (Menezes, 1999), localizada entre dois promontórios rochosos. Segundo Wright & Short (1984), as praias intermediárias apresentam características de praias refletivas e dissipativas, ou seja, sofrem variações no tempo, nas quais o sedimento pode consistir de areia média a grossa e o clima de ondas possui energia moderada. Essas características, integradas a uma variedade de serviços turísticos, conferem à categoria mencionada, o potencial de ser utilizada para o turismo de sol e praia.

## 2.2. Praia Brava, Punta Del Este

Punta del Este se situa no departamento de Maldonado (Uruguai), no encontro entre o Rio da Prata e o Oceano Atlântico. Na face voltada ao Oceano Atlântico, está localizada a Praia Brava, com coordenadas geográficas entre 34° 57' 34'' e 34° 55' 14'' de latitude sul e 54° 56' 18'' e 54° 52' 11'' de longitude oeste. Apesar de ter uma população residente de 9.277 habitantes, Punta del Este possui 23.954 residências, das quais 19.943 ficam vazias durante o ano (INE, 2011). Esses dados indicam o balneário como uma localidade centrada em atividades turísticas de sol e praia, voltadas principalmente à temporada de verão.

A sua fama e procura para a prática do turismo de sol e praia começou ainda no início do século XX, a partir da qual uruguaios e também argentinos começaram a se estabelecer, principalmente na época de veraneio. Esse estabelecimento combinou diferentes estilos e tendências de urbanização e arquitetura (Silva, 1997). Nos dias atuais, o seu caráter, de elite internacional, tem permanecido e se ampliado, inclusive, sendo utilizado em muitas de suas propagandas, mesmo que a característica elitista do início e da metade do século passado

já tenha sido dissolvida por algumas opções características da classe média (Campadónico & Cunha, 2009).

Com relação ao ambiente físico dessa praia, a qual possui cerca de 7 km de extensão, De Alava (1995) define que a sua dinâmica na Zona Litoral Ativa é caracterizada por ser uma arrebenção em cascata (do espanhol, *rompiente en cascada*) desde a Punta de la Virgen, que evolui a uma arrebenção em degrau (do espanhol *rompiente en escalón*), e, novamente, à arrebenção em cascata na última semicircunferência que integra o sistema da barra do Arroio Maldonado. Ou seja, apresenta distintas dinâmicas de onda ao longo de sua extensão, as quais influenciam diretamente na morfologia do ambiente praial.

## 3. Metodologia

A metodologia para a execução desta pesquisa contou com ferramentas de geoprocessamento, fotointerpretação de imagens de satélite, digitalização de vetores (polígonos) e elaboração de mapas de uso e cobertura do solo e de grau de artificialização. É importante destacar que o trabalho conta com o conhecimento empírico das autoras sobre as áreas de estudo, dessa forma, a

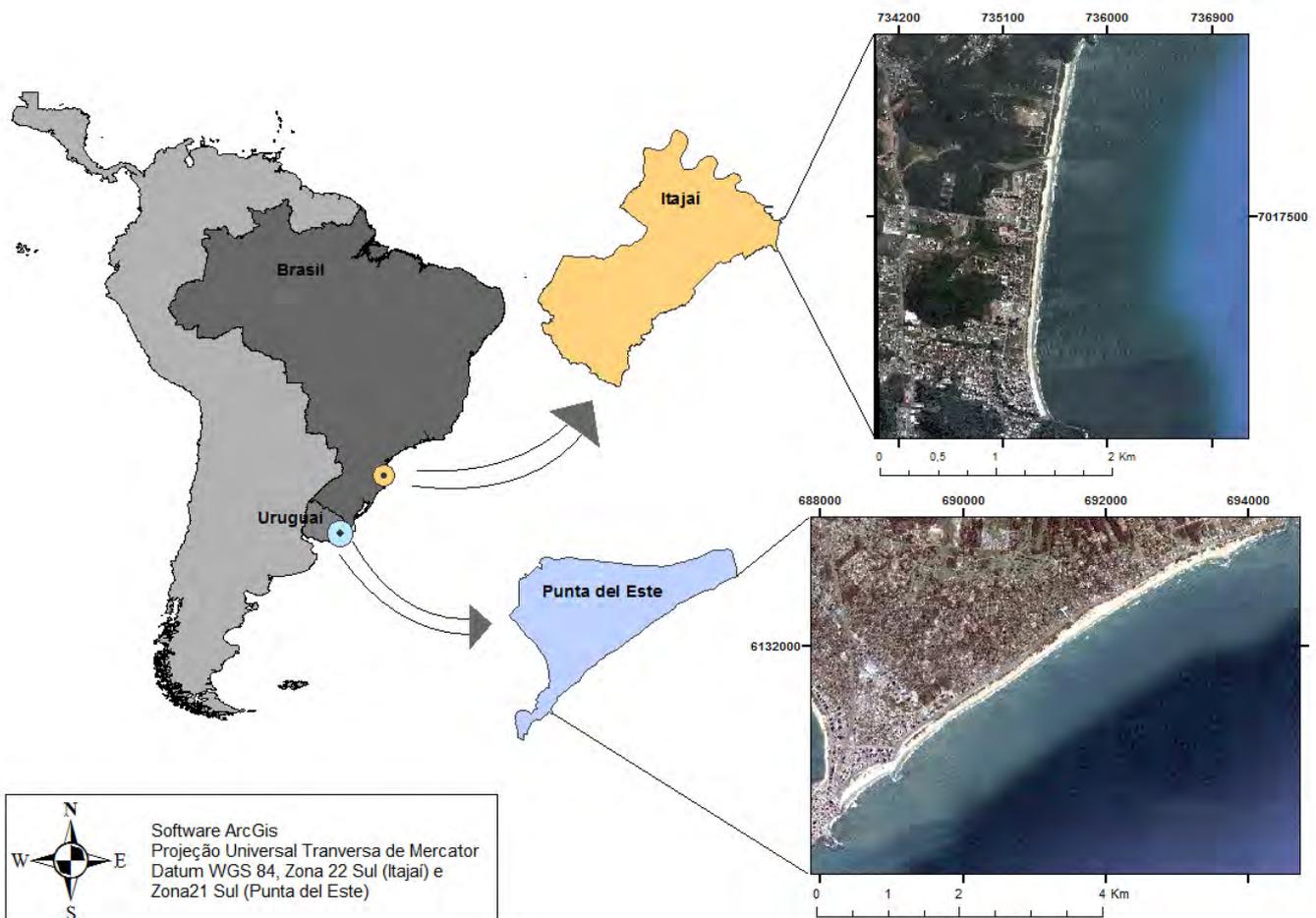


Figura 1 - Localização da praia Brava (Itajaí-Santa Catarina, Brasil) e praia Brava (Punta del Este, Maldonado, Uruguai).  
 Figure 1 - Location of Brava beach (Itajaí- Santa Catarina, Brazil) and Brava beach (Punta del Este, Maldonado, Uruguay).

fotointerpretação através de imagens de satélite é facilitada e validada pelo conhecimento prévio da área.

### 3.1. Elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo

#### 3.1.1. Aquisição de imagens

As imagens utilizadas no presente trabalho são oriundas da base digital Bing Maps, disponível no software ArcGis® 10 online (DIGITALGLOBE CORPORATE, Google Earth), referentes ao ano de 2010.

#### 3.1.2. Delimitações geográficas

Como etapa inicial, foi necessário delimitar uma linha de costa padrão, o que foi realizado adotando um parâmetro de referência que seja aplicável em diferentes tipos de praia. Nesse caso, o limite ou parâmetro “areia seca - areia molhada” foi tomado como referência.

A partir desta, foi gerada uma zona *buffer* - por meio da ferramenta de análise *buffer* da extensão ArcMap - de 300 metros de distância da linha de costa. A escolha da amplitude da faixa considerada como orla marítima se deu em observância às normativas de ambos os países no que concerne à proteção da zona costeira e também com respeito à prevenção, uma vez que foi escolhida a faixa de maior extensão.

No Brasil, a resolução CONAMA nº 303/2002 define como área de preservação permanente (APP) a área que engloba desde a linha de preamar máxima até uma faixa mínima de 300 metros (CONAMA, 2002), com o intuito de proteger a vegetação de restinga, isto é, a vegetação costeira associada ao substrato arenoso e que apresenta, como uma de suas funções, a proteção da linha de costa. Ademais, o Projeto Orla estabelece uma faixa de 50 metros como área de planejamento especial em zonas urbanizadas e uma faixa de 200 metros em zonas não urbanizadas, com a linha de preamar como referência física (MMA, 2002).

De modo paralelo, no Uruguai, uma faixa de defesa é estabelecida no Código de Águas (D.O., 1979), modificada pelo artigo 193 da Lei 15.903 (D.O., 1987). Possui uma largura de 250 metros, medidos até o interior do território a partir do limite superior da ribeira, com o propósito de evitar modificações prejudiciais à sua configuração e estrutura. Cabe detalhar que, quando existem avenidas costeiras abertas e pavimentadas a uma distância menor que 250m, como em Punta del Este, a largura da faixa se estende somente até tal avenida. Quanto à natureza jurídica dessa faixa, a lei exige do proprietário uma autorização para poder realizar quaisquer ações que modifiquem sua configuração, somada a um estudo de impacto ambiental para que a autorização possa ser outorgada (Panario & Gutiérrez, 2005).

Como a análise limitou-se aos aspectos terrestres, essa zona de 300 metros a partir da linha de costa foi desdobrada apenas em direção ao continente.

#### 3.1.3. Nomenclatura utilizada

A metodologia utilizada para a elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo está baseada no Programa *CORINE Land Cover*, desenvolvido pela Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2000), apresentado como referência de trabalhos que desenvolvem a mesma temática. Esse programa divide as categorias de uso e cobertura do solo em 6 grandes grupos (espaço natural; espaço seminatural; áreas residenciais; infraestrutura e equipamentos; minas, depósitos de lixo e áreas em construção; e áreas de agricultura e silvicultura), subdivididos em 44 classes. Vale destacar que essa metodologia permite que as classes sejam adaptadas ao objeto de estudo, ou seja, de acordo com as características apresentadas, para que os resultados estejam mais próximos da realidade local.

A partir dessa classificação (tabela 1), digitalizaram-se os *shapefiles* referentes a cada tipo de uso e cobertura do solo na extensão ArcMap do software ArcGis® 10.0, em escala de análise de 1:2.000.

Tabela 1 - Classificação dos cinco grandes grupos. Adaptado de Piatto (2009)

Table 1 - Classification of the five major groups. Adapted from Piatto (2009)

Classificação	Descrição
Espaço Natural	Espaços naturais que não sofrem intervenções antrópicas ou é imperceptível
Espaço Seminatural	Espaços naturais que sofrem algum tipo de intervenção antrópica
Infraestrutura, Equipamentos e Unidades Comerciais	Espaços cobertos por indústrias, comércio, infraestruturas de transporte e instalações públicas entre outras
Minas, Depósitos de Lixo e Áreas em construção	Áreas de extração mineral, depósitos de lixo e áreas em construção
Áreas de Agricultura e Sivicultura	Áreas de extração natural, agrícola e florestal

#### 3.1.4. Determinação do grau de artificialização por tipo de classe

Para a análise dos dados, teve-se em conta que os dados gerados são de caráter qualitativo (na atribuição de pesos de artificialização para diferentes tipos de uso do solo), portanto se julgou necessário aplicar o modelo *Delphi*. Este é reconhecido como um ótimo instrumento de previsão qualitativa e objetiva, usado para encontrar um consenso de opiniões de um seletivo grupo de pessoas especializadas em determinada temática a respeito de eventos futuros (Martins *et al.*, 2006). A aplicação desse método ocorre, portanto, através da seleção do grupo

mencionado para que responda a questionários sobre a percepção que possui do grau de artificialização de cada classe.

No presente estudo, foram utilizados os valores do modelo *Delphi* aplicado por Lacasa (2009), no qual se selecionou um grupo de cinco profissionais relacionados à área de pesquisa. Esses profissionais estipularam valores para as diferentes classes, ou seja, foram atribuídos pesos de 0 a 4, para 21 classes, conforme os níveis crescentes de artificialização, sendo o zero correspondente aos espaços naturais, e os demais valores progressivos aos graus de artificialização (baixo, médio e alto), como indicado na tabela 2.

Tabela 2 - Valores dos níveis de artificialização. Segundo Lacasa (2009)

*Table 2 - Values of the artificialization levels. Accordingly to Lacasa (2009)*

Valores dos pesos	Grau de Artificialização
$0 < X < 1,5$	Baixo
$1,5 < X < 3$	Médio
$3 < X < 4$	Alto

A Tabela 3 apresenta o valor médio de cada classe de uso considerada com alguma intervenção antrópica, o que possibilita a quantificação do grau de artificialização (baixo, médio, alto) por tipo de classe.

Uma vez elaborados os mapas de uso e cobertura do solo e conhecendo a que grau de artificialização estão correlacionadas cada categoria, foi possível gerar os mapas de artificialização para cada praia.

### 3.2. Revisão bibliográfica

Para melhor interpretar os dados, foi realizada uma revisão bibliográfica enfocada no histórico de ocupação dos estudos de caso, a partir da inserção do turismo de sol e praia nas localidades. O intuito foi entender os processos que levaram à conformação atual dos usos e da ocupação e, conseqüentemente, do grau de artificialização. Estes também ajudaram a aproximar o estágio de desenvolvimento (Tabela 4) (Horn Filho, 2006) ao qual cada praia está submetida atualmente e estabelecer uma relação entre esse estágio e o grau de artificialização.

Todas essas informações apresentam o potencial de serem incorporadas como subsídios técnicos aos processos de tomada de decisão em ambas as praias analisadas.

## 4. Resultados e discussão

### 4.1. Uso e cobertura do solo

Em ambas as localidades, a área analisada nos mapas de uso e cobertura do solo (Figuras 2 e 3) foi dividida em quatro grandes grupos: espaço natural, espaço semina-

tural, áreas residenciais e infraestrutura e equipamentos. Na praia Brava de Itajaí, foi possível verificar, com relação à categoria de espaço natural, uma predominância de vegetação de dunas, mata atlântica, praia e lagoa. Alguns desses tipos de vegetação estão mesclados dentro do interior da faixa de 300m considerada, e não somente no entorno imediato da linha de costa. Para o grupo de espaço seminatural, somente a subcategoria de solo exposto foi encontrada, a qual tem um caráter mais artificial (alto grau de artificialização) que as demais subcategorias do mesmo grupo (espaço seminatural) mapeadas com a técnica empregada. No que tange às áreas residenciais, predominam áreas unifamiliares, seguidas de áreas multifamiliares e serviços. Já para infraestrutura e equipamentos, ocorre, em ordem de maior área correspondente, vegetação exótica, áreas em construção, estradas e terrenos associados, e caminhos e estradas sem asfaltar.

Cabe destacar algumas características significantes para o entendimento do cenário atual dessa praia, como a coexistência de áreas em construção, residências unifamiliares e multifamiliares, além de estradas já construídas e outras a asfaltar, as quais são interpretadas como indicadores de que a área em questão ainda não atingiu sua ocupação plena, ou seja, está em desenvolvimento. Igualmente, apresentou uma distribuição concentrada de áreas residenciais, infraestrutura e equipamentos em pequenas áreas, a despeito de algumas de espaços naturais, o que pode acarretar em maior pressão no ambiente, diminuição da qualidade paisagística da orla e maior demanda pontual de infraestrutura básica para suprir as necessidades do contingente populacional, especialmente no verão.

Quanto à praia de Punta del Este, foi observada, para a categoria espaço natural, a ocorrência de praia, vegetação de dunas e algumas pequenas áreas de promontório rochoso. Para o espaço seminatural, igualmente, uma pequena parcela de solo exposto. Relativo às áreas residenciais, predominam as residências multifamiliares, seguidas das unifamiliares e dos serviços. No que tange à infraestrutura e equipamentos, ocorre uma dominância de vegetação exótica, estradas e terrenos associados, com poucas áreas em construção, e caminhos e estradas sem asfaltar, o que dá base para inferir um estágio de consolidação urbana.

Apresentou distribuição mais dispersa das áreas residenciais, infraestrutura e equipamentos, quando comparada à praia de Itajaí, o que possivelmente demonstra que o espaço construído possui uma configuração que lhe permite ser otimizado. Por sua vez, a categoria de espaço natural é composta pela faixa de areia e vegetação costeira imediata, relacionada com o tipo geomorfológico da praia, mas que também pode ter influência na valorização do grupo em questão, já que este não é observado em nenhum outro ponto da área *buffer*.

Tabela 3 - Níveis de artificialização por classe segundo a média obtida a partir da avaliação dos especialistas por meio da aplicação do modelo delphi. Segundo Piatto (2009)

Table 3 - Artificialization levels by class according to the mean achieved from the specialists evaluation through the application of the Delphi model. according to Piatto (2009)

Classes	1	2	3	4	5	Peso	Grau de Artificialização
<b>1 Espaços naturais e seminaturais</b>							
Classe 1.12: Espaços naturais alterados (recuperáveis)	1	1	1	1	1	1,2	Baixo
Classe 1.13: Espaços naturais muito alterados (Irrecuperáveis)	4	4	2	2	4	3,2	Alto
<b>2 Áreas residenciais</b>							
Classe 2.1: Tecido urbano contínuo	4	4	4	4	4	4	Alto
Classe 2.2: Área residencial multifamiliar	4	4	3	4	3	3,6	Alto
Classe 2.3: Área residencial unifamiliar	4	2	2	3	3	2,8	Médio
Classe 2.4: Tecido urbano descontínuo	3	2	1	2	3	2,2	Médio
<b>3 Infraestruturas, equipamentos e unidades comerciais</b>							
Classe 3.1: Áreas portuárias	4	4	4	4	4	4	Alto
Classe 3.2: Unidade industrial ou comercial	4	4	3	4	4	3,8	Alto
Classe 3.3: Estrada e terreno associado	3	3	2	3	3	2,8	Médio
Classe 3.4: Rodovia ou terreno associado	4	4	3	4	3	3,6	Alto
Classe 3.5: Caminho ou estrada sem asfaltar	3	2	1	2	2	2	Médio
Classe 3.6: Instalações públicas	4	4	1	3	4	3,2	Alto
Classe 3.7: Áreas urbanas verdes	2	2	1	2	1	1,6	Médio
<b>4 Minas, depósito de lixo e área em construção</b>							
Classe 4.1: Áreas em construção	4	4	2	4	2	3,2	Alto
Classe 4.2: Áreas de extração mineira	4	4	3	4	4	3,8	Alto
Classe 4.3: Depósito de lixo	4	4	3	4	4	3,8	Alto
<b>5 Áreas de agricultura e silvicultura</b>							
Classe 5.1: Agricultura não intensiva	2	2	1	2	3	2	Médio
Classe 5.2: Agricultura intensiva	4	3	3	3	4	3,4	Alto
Classe 5.3: Áreas agrofloretais	3	3	2	2	2	2,4	Médio
Classe 5.4: Áreas de pasto e pecuária	2	2	3	3	3	2,6	Médio
Classe 5.5: Silvicultura	4	4	1	2	3	2,8	Médio

Tabela 4 - Estágios de desenvolvimento de praias turísticas. Adaptado de Horn Filho (2006)

Table 4 - Development stages of tourists beaches. Adapted from Horn Filho (2006)

Estágio	Características
<b>Inicial</b>	Paisagem costeira apresenta suas características naturais, com preservação dos elementos bióticos (flora e fauna) e abióticos (rochas e sedimentos) e quase ausência de atividade turística e urbana.
<b>Intermediário</b>	Com o incremento de turistas, inicia a descaracterização da paisagem costeira, ocorrendo consequente alteração da biota, problemas de erosão costeira e alteração de solos.
<b>Principal</b>	Com a consolidação da ocupação urbana, a paisagem costeira encontra-se bastante alterada nos seus aspectos físicos e biológicos, acarretando em sérios problemas socioeconômicos e ambientais.
<b>Final</b>	Neste estágio, com a consolidação dos interesses turísticos e incremento populacional, é evidente a deterioração ambiental, necessitando de uma reorganização territorial, evitando assim, o declínio e completa destruição da paisagem costeira.

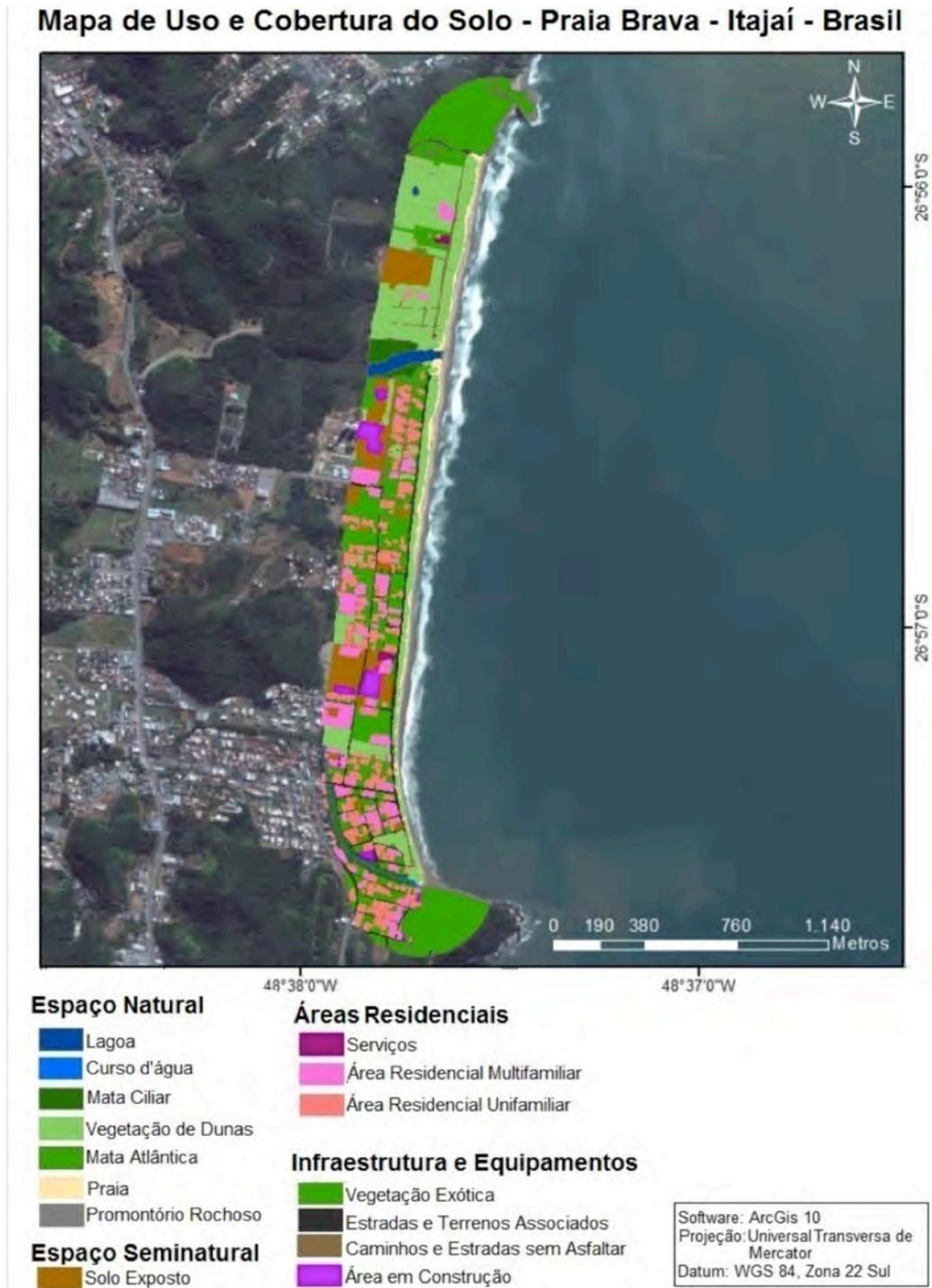


Figura 2 - Mapa de uso e cobertura do solo para a praia Brava, Itajaí, Santa Catarina, Brasil.

Figure 2 - Use and land coverage map for the Brava beach, Itajaí, Santa Catarina, Brazil.

Também é de realçar que as localidades apresentaram valores significativos para os grupos que se referem a zonas mais rígidas, que são áreas residenciais e de infraestrutura e equipamentos, que podem confirmar que os espaços analisados correspondem a praias semiurbanas.

Essas, segundo Ariza *et al.* (2010), podem ser definidas como praias localizadas na adjacência de áreas residenciais, nos arredores de um núcleo urbano e que possuem um equilíbrio no tipo de uso entre urbano e natural.

#### 4.2. Grau de artificialização

Através dos mapas de uso e cobertura do solo, e a correlação entre os usos e a cobertura do solo com os graus de artificialização explicitados na tabela 3, foi possível gerar mapas de artificialização para ambas as praias, como pode ser observado para a Praia Brava de Itajaí, na figura 4, e para a Praia Brava de Punta del Este, na figura 5.

A geração desses mapas possibilitou que se quantificasse o grau de artificialização para cada categoria e subca-



Figura 3 - Mapa de uso e cobertura do solo para a praia Brava, Punta del Este, Maldonado, Uruguai.

Figure 3 - Use and land coverage map for the Brava beach, Punta del Este, Maldonado, Uruguay.

tegoria de cobertura e uso do solo, através dos valores de área e percentagem, considerando a área total. Esses valores podem ser verificados nas Tabelas 5 e 6, para as praias brasileira e uruguaia, respectivamente.

Paralelamente ao que foi visualizado nos mapas de uso e cobertura do solo, a praia Brava de Itajaí apresentou valores de percentagem iguais a 41,8% para natural, 41,7% para médio e 16,5% para alto grau de artificialização. Já a praia Brava de Punta del Este apresentou valores de 43,6% para o grau natural, 44,8% para o médio e 11,6% para o alto grau de artificialização.

Nas duas praias analisadas, constata-se que o somatório de áreas de médio a alto grau de artificialização se sobressai em comparação ao grau natural, o que indica uma maior antropização dessa faixa costeira, em comparação a práticas de conservação. Isso é especialmente válido se observado que as áreas naturais estão relacionadas quase estritamente à faixa de areia da praia e do entorno, a qual possivelmente está preservada devido à limitação do avanço da ocupação que a construção das avenidas costeiras determinou, além da própria natureza dinâmica do ambiente praia, que desfavorece tal intervenção. Fora da faixa de areia, é possível perceber algumas pequenas parcelas de áreas naturais emaranhadas no casco urbano, principalmente para a praia brasileira.

#### 4.2.1. Os estágios de desenvolvimento e os processos de ocupação

Apesar da semelhança dos valores e da forma de turismo atualmente perpetrada em ambas as praias, deve-se considerar que as zonas analisadas podem ser classificadas em diferentes estágios de desenvolvimento, desdobrados a partir de distintos modelos de ocupação.

Do ponto de vista dos modelos de desenvolvimento, pode-se inferir que, na praia brasileira, se instalou um padrão de ocupação urbana que, na ecologia humana, se denomina “Modelo de Chicago” (De la Peña, 2003), o qual faz referência a uma dinâmica que começa a escoar as populações, a partir do centro comercial - também a parte mais antiga da cidade - para áreas situadas externamente a ele, à medida que aumentam de *status*, renda e nível de assimilação. Ademais, esse padrão explana que o vício e os jogos se concentram em áreas também externas aos centros comerciais.

Tal afirmação se justifica devido à transformação da Brava, anteriormente dominada por jogos de azar e prostituição, no local para onde fluíam as pessoas do centro da cidade vizinha, Balneário Camboriú, da qual muitos dos processos de desenvolvimento foram expandidos. De fato, Silva Jr. & Pereira (2011) citam a

### Grau de Artificialização Praia Brava- Itajaí- SC- Brasil



Figura 4 - Mapa do grau de artificialização para a praia Brava, Itajaí, Santa Catarina, Brasil.

Figure 4 - Artificialization degree for the Brava beach, Itajaí, Santa Catarina, Brazil.

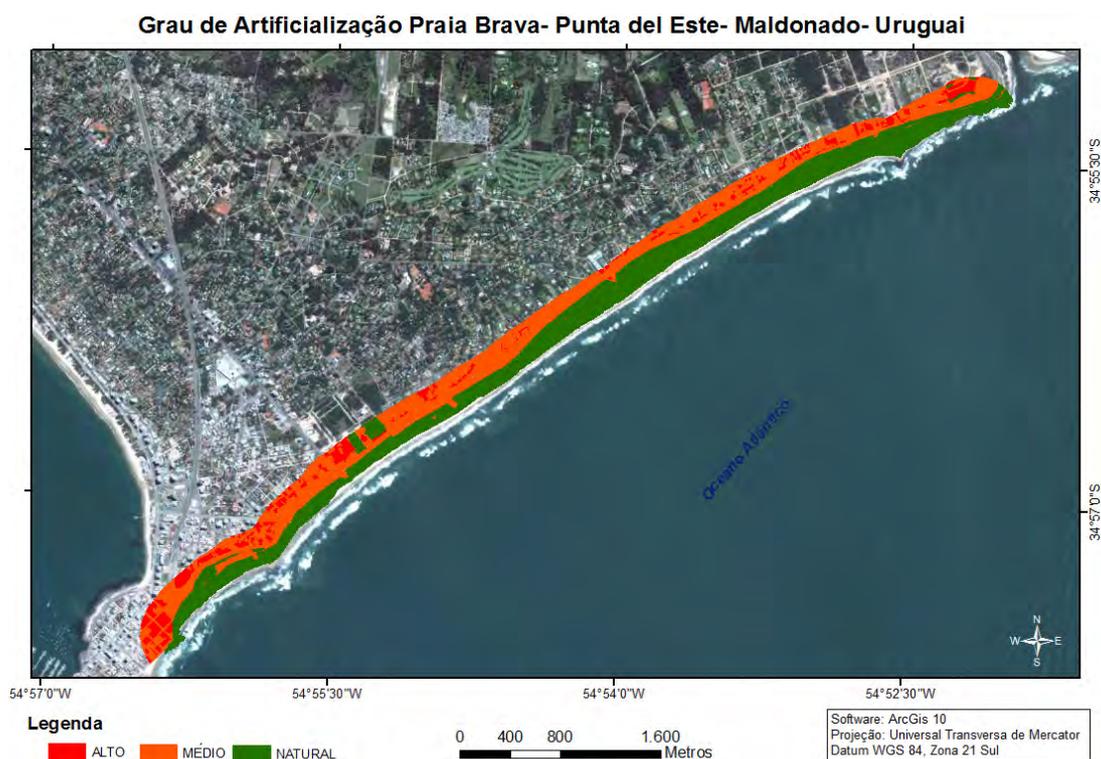


Figura 5 - Mapa do grau de artificialização para a praia Brava, Maldonado, Uruguai

Figure 5 - Artificialization degree for the Brava beach, Maldonado, Uruguay.

Tabela 5 - Cobertura do solo da orla da praia Brava- Itajaí- Santa Catarina – Brasil.

Table 5 - Land coverage of the coastal boarder of the Brava beach, Itajaí, Santa Catarina, Brazil.

<b>Cobertura do Solo da Orla da Praia Brava- Itajaí- Santa Catarina- Brasil</b>			
Categorias Cobertura do Solo	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Grau de Artificialização
<b>Espaços Naturais</b>	1467871,15	41,80906336	-
<b>Lagoa</b>	48282,9627	1,375233407	Natural
<b>Cursos d'água</b>	10271,0952	0,29254943	Natural
<b>Mata ciliar</b>	118329,436	3,370352286	Natural
<b>Vegetação Dunar</b>	683444,433	19,4664031	Natural
<b>Mata Atlântica</b>	504075,824	14,357485	Natural
<b>Praia</b>	73464,7237	2,092480173	Natural
<b>Costão Rochoso</b>	30002,6792	0,85455996	Natural
<b>Espaços Seminaturais</b>	258952,139	7,375678946	-
<b>Solo Exposto</b>	258952,139	7,375678946	Alto
<b>Áreas Residenciais</b>	532830,174	15,17648905	-
<b>Serviços</b>	6810,1998	0,193973479	Médio
<b>Área Residencial Multifamiliar</b>	211466,934	6,023167922	Alto
<b>Área Residencial Unifamiliar</b>	314553,04	8,959347653	Médio
<b>Infraestruturas e Equipamentos</b>	1251238,76	35,63876864	-
<b>Vegetação Exótica</b>	647659,762	18,44715589	Médio
<b>Estradas e Terrenos Associados</b>	269809,573	7,68492895	Médio
<b>Caminhos e Estradas sem Asfaltar</b>	223864,338	6,376280538	Médio
<b>Áreas em Construção</b>	109905,085	3,130403264	Alto

Tabela 6 - Cobertura do solo da orla da praia Brava- Punta del Este- Maldonado- Uruguai

Table 6 - Land coverage of the coastal boarder of the Brava beach, Punta del Este, Maldonado, Uruguay .

<b>Cobertura do Solo da Orla da Praia Brava-Punta del Este-Maldonado-Uruguai</b>			
<b>Categorias Cobertura do Solo</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>Grau de Artificialização</b>
<b>Espaços Naturais</b>	2159364,52	43,19	-
<b>Vegetação Dunar</b>	681198,92	13,63	Natural
<b>Praia</b>	1457641,14	29,16	Natural
<b>Costão Rochoso</b>	20524,46	0,41	Natural
<b>Espaços Seminaturais</b>	97637,60	1,95	-
<b>Solo Exposto</b>	97637,60	1,95	Alto
<b>Áreas Residenciais</b>	608698,93	12,18	-
<b>Serviços</b>	34231,61	0,68	Médio
<b>Área Residencial Multifamiliar</b>	461457,37	9,23	Alto
<b>Área Residencial Unifamiliar</b>	147241,55	2,95	Médio
<b>Infraestruturas e Equipamentos</b>	2099296,51	41,99	-
<b>Vegetação Exótica</b>	1353846,37	27,08	Médio
<b>Estradas e Terrenos Associados</b>	521190,52	10,43	Médio
<b>Caminhos e Estradas sem Asfaltar</b>	183392,95	3,67	Médio
<b>Áreas em Construção</b>	40866,67	0,82	Alto

praia itajaiense como “balneário satélite” da sua praia vizinha. Igualmente, destaca-se que a conformação do centro da praia também escoou a sua própria população e se adaptou para acolher e ser melhor apresentado aos turistas, com o passar do tempo e com o melhoramento das vias de acesso. Como afirmado por Siebert (2008), “a praia Brava é um território sujeito a um processo de refuncionalização turística, decorrente da apropriação turística da paisagem”.

Na praia uruguiaia, com o decorrer do tempo, estilos se somaram, os quais relatam a diversidade de modificações de gosto e as expressões da mentalidade das classes altas da região que se estabeleciam. De um primeiro momento caracterizado pela rusticidade, se transitou, no início do século XX, para construções refletoras da tendência ao europeu e aos seus balneários em voga. A partir da construção do Hotel Biarritz, no ano de 1907, e semelhantes, o loteamento de terrenos, o estabelecimento de cassinos e a inclusão de terraços e quiosques sobre o mar foram desencadeados. Inclusive, a união indissolúvel entre praia, jogos de azar e sociabilidade se torna indiscutível. No final dos anos 30, uma nova formação de bairro, chamada “Bairro jardim”, foi a condição peculiar que impulsionou o desenvolvimento de Punta del Este, a qual se tornou a imagem característica da cidade, que combina uma trama paisagística, florestação de pinheiros e baixa densidade de casas (FARQ, 2013).

Após os anos 40, a urbanização da paisagem inóspita conformada por areais, pontas rochosas e pinheiros se

converte ao estabelecer condomínios abertos, que consistem em ricas mansões. Os altos edifícios marcam o término de uma etapa exclusivamente elitista e provocam a abertura social do balneário à classe média, modificando definitivamente a paisagem (Campadónico & Da Cunha, 2009). Além de alterar o panorama verde da cidade, também modificam a própria tradição de Punta del Este de ser um âmbito espaçoso, aberto e de baixa densidade residencial (Delavaud, 1991).

Com relação aos estágios de desenvolvimento atuais, é possível destacar que a praia Brava de Itajaí se encontra em estágio intermediário. Este é definido pela descaracterização da paisagem costeira devido ao incremento de turistas, o que acarreta também na alteração da biota, em problemas como erosão costeira e alteração de solos.

Por sua vez, a praia Brava de Punta del Este se figura no estágio nomeado como principal. O estágio principal é caracterizado pela consolidação urbana, no qual a paisagem costeira está bastante alterada, o que ocasiona graves problemas socioeconômicos e ambientais. Tais estágios de desenvolvimento são derivados principalmente do crescimento pela prática do “turismo de sol e praia”. Essa atividade iniciou em distintas épocas históricas em cada uma das praias, e foi intensificada a partir da década de 90 na primeira (Santos Jr. & Pereira, 2011) e em meados do séc. XX na segunda, respectivamente (Campadónico & Cunha, 2009).

Como indicadores dos diferentes estágios, pode-se perceber que, na praia brasileira, há uma maior percenta-

gem de estradas a asfaltar, áreas em construção e áreas naturais que ainda não foram suprimidas, na parte mais interna da zona *buffer*, em comparação com a praia uruguaia. Nesta, por exemplo, as áreas em construção têm um valor aproximado a 0% e não apresenta áreas de vegetação natural, além da classe de espaço natural, que contabilizou 43%, relacionada quase estritamente à zona da faixa de areia e adjacências.

Reis (2010) destaca que as atuais cidades costeiras catarinenses se inserem em um modelo urbano que mescla, em muitos casos, lazer e produção e que o processo de parcelamento da terra tem sua velocidade diminuída, já que as maiores transformações passam a acontecer através do adensamento, da verticalização e da transformação nas redes de infraestrutura, por sobre as estruturas consolidadas em épocas anteriores. As estruturas urbano-turísticas desse litoral têm se caracterizado pela modificação e/ou substituição dos ecossistemas litorâneos por paisagens urbanas, que têm ocasionado grandes perdas ambientais.

No panorama legal brasileiro, existem instrumentos para apoiar os municípios em processos participativos de gestão territorial e ampliar o acesso à terra urbanizada e regularizada, principalmente beneficiando grupos sociais tradicionalmente excluídos (Ministério das Cidades, 2005). Nesse contexto, destaca-se o Estatuto da Cidade, o qual estabelece as diretrizes gerais da política urbana, além do Plano Diretor como seu instrumento básico. Este possui a finalidade de disciplinar e gerir o ordenamento do espaço territorial urbano de forma participativa (D.O.U., 2001).

Porém, a aplicação desses instrumentos pelo município nem sempre respeita as diretrizes propostas no que diz respeito à participação pública. Especificamente, em Itajaí, o seu Zoneamento (Lei Complementar nº 144/2008, Itajaí, 2008), que alterou o Plano Diretor de Gestão e Desenvolvimento Territorial, com instituição de normas para o Zoneamento, Parcelamento e Uso do Solo Urbano, foi julgado inconstitucional pelo Tribunal de Justiça de Santa Catarina através da Ação Direta de Inconstitucionalidade- ADIN nº 2008.064408-8, pois não foi submetido à participação popular, exigência constitucional.

Dessa forma, evidencia-se o processo massivo de construção civil, em detrimento da conservação ambiental e dos anseios da população (Siebert, 2008). Atualmente, Itajaí está em processo de atualização de seu plano diretor, que rege o ordenamento territorial da localidade desde o ano de 1971 (atualizado em meados da década de 80) (SPDU, 2013).

Para o Uruguai, existe uma inegável relação entre as origens do turismo, como dinamizador da economia, e o processo urbano nas primeiras décadas do século XX. O primeiro começou e manteve-se através do entorno costeiro, onde, em suas transformações, se reafirmou a

modalidade de sol e praia. Punta del Este se converteu em uma grande cidade balneária não tão excludente de classe média ao modificar a paisagem através de uma arquitetura com altos edifícios, vida noturna de espectro ampliado, um porto remodelado, melhores instalações hoteleiras, maior oferta gastronômica e vários cassinos (Campadónico & da Cunha, 2009). De forma paralela, Dossetti (a publicar) afirma que a localidade em questão possui um mecanismo turístico destinado ao produto, no qual não se tem em conta o ambiente e os recursos naturais locais, ainda que estes comecem a ser considerados à escala de departamento pelo seu plano de ordenamento (Maldonado, 2010), a partir do ano de 2010.

De fato, para Punta del Este, pode-se interpretar que uma nova fase surge para o ordenamento de seu território. De acordo com o plano de Aglomeración Maldonado - Punta del Este - San Carlos (2013) – o qual procura aperfeiçoar as qualidades ambientais e paisagísticas da área - frente ao *boom* da construção civil, observado na localidade, surgem preocupações relacionadas, como a altura dos edifícios, a qual teve que ser reduzida, devido ao efeito de sombreamento destes sobre a praia e a pressão da sociedade civil com relação a isso. Objetiva a geração de oportunidade para definir o manejo do território, construir um projeto urbano da cidade que permita a inclusão social e definir estratégias para o futuro da região por meio de instrumentos como o zoneamento de usos do solo.

Assim, o Uruguai, igualmente, conta com um quadro legal para melhor ordenar seu território costeiro, sendo que da lei de Ordenamento Territorial e Desenvolvimento Sustentável (D.O., 2008) se derivam os planos de ordenamento referidos para o departamento de Maldonado e para Punta del Este. Essa lei nacional define alguns instrumentos como estratégias regionais, diretrizes departamentais, planos locais, entre outros.

Finalmente, urge avançar em alternativas para a otimização dos espaços costeiros em pauta, onde as dimensões sociais e ambientais sejam também tidas em conta, além da dimensão econômica. O planejamento do turismo é um elemento crucial para os destinos turísticos na busca da vantagem competitiva, sendo importante por ordenar os recursos de modo sustentável (Limberger *et al.*, 2012). Além disso, o uso dos instrumentos já existentes (e.g. legislação pertinente) torna tal processo ainda mais eficiente e sustentável. Segundo Dadon (2011), o processo de urbanização turística costeira é um objeto de estudo complexo no qual devem ser consideradas, principalmente, as particularidades que resultam de sua finalidade específica, as quais, por um lado, surgem como respostas às necessidades e demandas da atividade turística e, por outro, dependem das características físico-naturais peculiares da área onde são realizadas.

## 5. Conclusões

Ambas as praias analisadas apresentaram um maior somatório entre os graus de artificialização média e alta frente ao grau natural, o que demonstra que se encontram com um nível de antropização importante. Foi verificado que essa antropização está associada ao “turismo de sol e praia”, ao tratar a praia primordialmente como um produto, o qual foi evidenciado como modificador da paisagem e do espaço em ambas as localidades. Portanto, é necessário colocar em prática o planejamento e as ações referentes à dinâmica do território e do turismo, especialmente quando almejado o processo de gestão integrada da zona costeira.

Foi possível destacar que a Praia Brava de Itajaí figura em um estágio de desenvolvimento intermediário, e a praia Brava de Punta del Este se encontra no estágio nomeado principal, apesar de ambas as localidades apresentarem similares valores para os graus de artificialização e serem classificadas como semiurbanas, perpetrando a modalidade de turismo antes mencionada. Em análises como essas, ainda que as classes de uso e cobertura do solo possam determinar valores de artificialização semelhantes, é recomendado que as características ambientais, morfológicas e histórico-culturais sejam consideradas, para poder explicar as dinâmicas territoriais e econômicas imperantes.

A metodologia aplicada foi adequada para o entendimento do uso e da cobertura do solo, do grau de artificialização e dos processos de ocupação das áreas estudadas, além de constituir uma ferramenta de grande potencial para entender a configuração urbana atual decorrente do desenvolvimento aos quais os litorais são submetidos. Porém, há uma debilidade no modelo *Delphi* que deve ser minimizada, se desenvolvidos trabalhos futuros ou maiores detalhamentos do presente estudo. Esse modelo necessita da opinião de especialistas sobre o tema dentro da realidade de cada local, a qual, apesar de ter sido consultada para o caso brasileiro, não a foi para o caso uruguaio, sendo que neste poderiam haver divergências sobre as classes de uso e cobertura do solo.

Quanto à incorporação de informação para o manejo costeiro, ainda se destaca que, tanto no Brasil quanto no Uruguai, existem políticas públicas e instrumentos regulatórios para o planejamento e o ordenamento territorial, como é a figura central do Estatuto da Cidade que institui o instrumento Plano Diretor e a Lei de Ordenamento Territorial e Desenvolvimento Sustentável, respectivamente, para cada um dos países. Ambos - além de outros instrumentos complementares - devem ser promovidos e utilizados ao se almejar um desenvolvimento sustentável centrado nas características dinâmicas da ocupação dos territórios em questão.

A contribuição deste trabalho está em utilizar os mapas gerados como uma importante ferramenta para facilitar

a compreensão de dados importantes sobre as localidades analisadas, além de ser um bom meio de levar informação a pessoas sem conhecimento técnico-científico, visto que a academia apresenta o papel de fornecer informação técnica e conhecimento para a elaboração de políticas públicas e para a tomada de decisões nas iniciativas de gestão costeira.

Finalmente, a metodologia utilizada permite caracterizar a situação atual do objeto de estudo, mas, também, tem o potencial de ser uma ferramenta de análise de processos futuros de uso e ocupação, assim como de dinâmica do crescimento urbano, quando analisadas imagens de diferentes anos. Na sua aplicação, é possível entender o presente e planejar o futuro de forma a melhorar a qualidade da população que nele reside.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Rio Grande, pela liberação da licença referente ao *software* ArcGis® para a realização do presente artigo.

## Referências

- Ariza, E.; Jimenez, J. A.; Sarda, R.; Villares, M.; Pinto, J.; Fraguell, R.; Roca, Elisabeth, Marti, C.; Valdemorro, H.; Ballester, R.; Fluvia, M. (2010) - Proposal for an Integral Quality Index for Urban and Urbanized Beaches. *Environmental Management*, 45(5):998-1013. DOI: 10.1007/s00267-010-9472-8
- Bossard, M.; Feranec, J.; Othel, J. (2000) - *CORINE land cover technical guide – Addendum 2000*. 105p., European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Dinamarca. Disponível on-line em <http://www.eea.europa.eu/publications/tech40add>.
- Campodónico, R.; da Cunha, N. (2009) - Mar del Plata y Punta del Este: Entre la permanencia y la renovación. *Estudios y Perspectivas en Turismo* (ISSN: 0327-5841), 18:606-623. Centro de Investigaciones y Estudios Turísticos, Buenos Aires, Argentina. Disponível on-line em <http://www.scielo.org.ar/pdf/eypt/v18n5/v18n5a06>.
- Dadon, J. (ed) (2011) - Ciudad, paisaje, turismo: Frentes urbanos costeros. 350p., *GEC-FADU-UBA y Nobuko*, Buenos Aires, Argentina. ISBN 978- 9875843745.
- de Álava, D. (1995) - *Dinámica de la Zona Costera e Influencias del Global Change*, Departamento de Maldonado. 25p. In: *Informe para la Comisión Nacional sobre Cambio Global. Proyecto U.S. Country Studies Program: Overview of general coastal vulnerability/Coastal Zone Management, Assessment of Climate Change Impacts in Uruguay*. Coastal Resources Sector Assessment. UNCIEP, Facultad de Ciencias (UdelaR), Montevideo, Uruguai. *Não publicado*.
- de la Peña, G. (2003) - *Simmel y la Escuela de Chicago en torno a los espacios públicos en la ciudad*. Sincronía (ISSN: 1562-384X), Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. Disponível on-line em <http://sincronia.cucsh.udg.mx/pena03.htm>.
- Defeo, O., Vicent, P.; Acuña, A. (2008) - Zona Costera. In: D. Maetino & C. Villalba (coord.), *GeoUruguay*, 350p., CLAES / PNUMA / DINAMA, Montevideu, Uruguai. Disponível on-line em <http://www.ambiental.net/noticias/reportes/GeoUruguay2008.pdf>.
- FARQ / IMM (2013) - Evolución Histórica y Proceso de Expansión Urbana. In: *Talleres Territoriales de Maldonado*, pp.38-41, Facultad de Arquitectura (FARQ) / Intendencia Municipal de Maldonado (IMM), Maldonado, Punta del Este, Uruguai. Disponível on-line em <http://www.maldonado.gub.uy/documentos/pdf/concurso-de-ideas-maldonado/agenda-maldonado-punta-del-este.pdf>

- Ferreira, J.C.; Silva, L.H.M.M; Polette, M. (2009) - O processo de artificialização do território litoral: Exemplos do Litoral Catarinense (Brasil): Balneário Camboriú e Jurê Internacional (Florianópolis). 2º Congresso Lusófono de Ciência Regional / 1º Congresso de Ciência Regional de Cabo Verde / 15º Congresso da Associação Portuguesa de Desenvolvimento Regional / 3º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza, n.p. [15p.], Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional (APDR), Angra do Heroísmo, Açores, Portugal / Associação Brasileira de Estudos Regionais (ABER), São Paulo, SP, Brasil / Associação Internacional de Ciência Regional (RSAI), Angra do Heroísmo, Açores, Portugal. Disponível on-line em [http://www.apdr.pt/congresso/2009/pdf/Sessão\\_25/288A.pdf](http://www.apdr.pt/congresso/2009/pdf/Sessão_25/288A.pdf)
- Horn Filho, N. (2006) - Estágios de Desenvolvimento Costeiro no Litoral da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. *Expressões Geográficas*, 2:70-83. UFSC, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em <http://www.geograficas.cfh.ufsc.br/arquivo/ed02/artigo05.pdf>
- IBGE (2011a) - *Censo Demográfico 2010. Características da População e dos Domicílios. Resultados do Universo*. n.p. [270p.], Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em [http://www.ibge.gov.br/english/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/resultados\\_do\\_universo.pdf](http://www.ibge.gov.br/english/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf)
- IBGE (2011b) - *Produto Interno Bruto dos Municípios 2011*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em <http://cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=42&idtema=125&codv=v04&search=santa-catarina|itajai|sintese-das-informacoes-2011>
- INE, Instituto Nacional de Estadística (2011) - *Resultados del Censo población 2011: población, crecimiento y estructura por sexo y edad*. 17p., Instituto Nacional de Estadística (INE), Montevideo, Uruguai. Disponível on-line em <http://www.ine.gub.uy/censos2011/resultadosfinales/analisispais.pdf>
- Lacasa, M.R. (2009) - *Methodological approach to assessing and classifying artificialization process in the seashore areas: A case study on the Porto Belo Peninsula, Southern Brazil*. 127p., Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Faro, Portugal. *Não Publicado*.
- Limberger, P.F.; Anjos, F.A.; Fillus, D. (2012) - Análise da implantação e operação do plano de desenvolvimento turístico de Itajaí - SC. *Caderno Virtual de Turismo* (ISSN: 1677 6976), 12(01):78-94, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em <http://www.ivt.coppe.ufrj.br/caderno/index.php?journal=caderno&page=article&op=view&path%5B%5D=649&path%5B%5D=315>
- Luna, G.A.G. (2004) - O processo de urbanização em Itajaí nos anos 70. *Revista Esboços* (ISSN: 2175-7976), 11:127-133. UFSC, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/esbocos/article/view/474/9877>
- Martins, D.A.; Souza, D.M.O.; Melo, K.C.N.S. (2006) - *Utilização do Método Delphi no processo de planejamento estratégico: duas perspectivas e a garantia de eficiência e heterogeneidade*. [9 p.], XXVI ENEGEP. “Encontro Nacional de Engenharia de Produção”, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível on-line em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR450301\\_8469.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450301_8469.pdf)
- Menezes, J.T. (1999) - *Aspectos morfofodinâmicos das praias do litoral centro norte catarinense*. 136p., Monografia, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, Brasil. *Não Publicado*.
- Ministério das Cidades. (2005) - *Plano Diretor Participativo: Guia para elaboração pelos municípios e cidadãos*. 158p, Ministério das Cidades/CONFEA, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em [http://bibliotecaterra.angonet.org/sites/default/files/guia\\_-\\_plano\\_diretor\\_participativo\\_brazil.pdf](http://bibliotecaterra.angonet.org/sites/default/files/guia_-_plano_diretor_participativo_brazil.pdf)
- Ministério de Turismo (MTur). (2006) - *Marcos Conceituais*. 55p., Ministério do Turismo, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em [http://www.turismo.gov.br/export/sites/default/turismo/o\\_ministerio/publicacoes/downloads/publicacoes/Marcos\\_Conceituais.pdf](http://www.turismo.gov.br/export/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads/publicacoes/Marcos_Conceituais.pdf)
- Panario, D.; Gutiérrez, O. (2005) - La vegetación en la evolución de playas arenosas. El caso de la costa uruguaya. *Ecosistemas* (ISSN: 1697-2473), 14(2):150-161, Asociación Española de Ecología Terrestre, Madrid, Espanha. Disponível on-line em <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/384>
- Piatto, L.; Polette, M. (2012) - Análise do Processo de Artificialização do Município de Balneário Camboriú, SC, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 12(1):77-88. DOI: 10.5894/rgci274
- Reis, A.F. (2010) - Crescimento urbano-turístico, meio ambiente e urbanidade no litoral catarinense. [21p.], *I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em <http://www.anparq.org.br/dvd-enparq/simposios/18/18-198-1-SP.pdf>
- Santos Jr., A.; Pereira, R.M.F.A. (2011) - As recentes transformações sócio-espaciais do litoral de Santa Catarina: o caso da Praia Brava – Itajaí-SC. *Geosul*, 26(51):109-128. DOI: 10.5007/2177-5230.2011v26n51p109
- Santos, A.J. (2006) - *Expansão urbana e desenvolvimento turístico na micro-região da foz do Rio Itajaí-Açu: Reflexos na organização sócio-espacial do bairro da Praia Brava - Itajaí (SC)*. 229p., Tese de Pós-Graduação, Curso de Doutorado em Turismo e Hotelaria, Universidade do Vale do Itajaí, Balneário Camboriú, SC, Brasil. Disponível on-line em [http://www6.univali.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=275](http://www6.univali.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=275)
- Siebert, C.A.F. (2008) - Território em disputa: Santuário ou filão turístico imobiliário? A Praia Brava de Itajaí-SC. n.p. [13p.], *IV Encontro Nacional da ANPPAS*. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em <http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT16-837-550-20080518223030.pdf>
- Silva, G.A. (1997) - *Turismo de Massas e Urbanização Turística no Litoral Atlântico-Sul da América Latina: O Desenvolvimento de uma Rede de Cidades Turísticas Balneárias a Partir do Turismo Argentino de Verão*. 113p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em <http://www.ippur.ufrj.br/download/pub/GerardoAlbertoSilva.pdf>
- Tejada, M.; Navas, F.; Malvárez, G.; Kruse, E. (2009) - *Indicadores espaciales para el estudio de la artificialización y la resiliencia en la costa de Buenos Aires (Argentina)*. In: J. Mas-Pla & G. M. (eds.), *Gestión Ambiental Integrada de Áreas Costeras*, pp.265-278, Rubes, Barcelona, CT, Espanha. ISBN 978-8449701221.
- Tribunal de Justiça de Santa Catarina (2008) - *Ação Direta de Inconstitucionalidade. Lei complementar nº 144/2008, do município de Itajaí, que alterou o plano diretor de gestão e desenvolvimento territorial, com instituição de normas para o zoneamento, parcelamento e uso do solo urbano*. Processo legislativo não submetido à participação popular. Tribunal de Justiça de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em: <http://tj-sc.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/6535627/acao-direta-de-inconstitucionalidade-adi-644088-sc-2008064408-8/inteiro-teor-20661455>
- Wright, L.D.: Short, A.D. (1984) - Morphodynamics variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*, 56(1-4):93-111. DOI: 10.1016/0025-3227(84)90008-2
- Zamboni, A.; Vilanova, R.R. (coord.) (2002) - *Projeto Orla: Manual de Gestão*. 96p., Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Qualidade Ambiental / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - Secretaria do Patrimônio da União, MMA/SQA, MP/SPU, Brasília, DF, Brasil. ISBN: 8577380505. Disponível on-line em [http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/spu/publicacao/081021\\_PUB\\_ProjO\\_rla\\_manGestao.pdf](http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/spu/publicacao/081021_PUB_ProjO_rla_manGestao.pdf)

## Legislação

### Brasil

- Lei N° 10.257, de 10 de julho de 2001. *Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências*. Publicado no DOU de 11.7.2001 e retificado em 17.7.2001, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm)
- Lei Complementar N.º 144 do município de Itajaí, de 22 de setembro de 2008. *Institui normas para o zoneamento, parcelamento e uso do solo no município de Itajaí*. Prefeitura de Itajaí, Itajaí, SC, Brasil. Disponível on-line em [http://portaldocidadao.itajai.sc.gov.br/servico\\_link/28](http://portaldocidadao.itajai.sc.gov.br/servico_link/28).
- Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) N° 303, de 20 de março de 2002. *Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente*. Publicado no DOU de 13.05.2002, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>.

### Uruguay

- Ley n.º 15.903 (10 de noviembre de 1987). *Ley de Rendición de Cuentas y Balance de Ejecución Presupuestal. Se aprueba la correspondiente al ejercicio 1986*. Montevideo, Uruguay. Disponível on-line em <http://www.parlamento.gub.uy/leyes/ AccesoTextoLey.asp?Ley=15903&Anchor>
- Decreto n.º 3.867 (2010). *Plan Local de Ordenamiento Territorial para la protección y el desarrollo sostenible del área entre las Lagunas José Ignacio y Garzón desde la Ruta Nacional n° 9 al Océano Atlántico*. Maldonado, Uruguay. Disponível on-line em <http://www.juntamaldonado.gub.uy/index.php/decretos-2010/318-decreto-3867.html>.
- Ley n.º 14.859 (1979). *Código de Aguas*. Publicado no D.O. N.º 20414, de 11 ene 979, Montevideo, Uruguay. Disponível on-line em <http://www.parlamento.gub.uy/leyes/ AccesoTextoLey.asp?Ley=14859&Anchor=>.
- Ley n.º 18.308 (junho de 2008). *Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo sustentable. Dictanse normas sobre ordenamiento territorial y desarrollo sostenible*. Montevideo, Uruguay. Disponível on-line em <http://www.maldonado.gub.uy/?p=5f93f983524def3dca464469d2cf9f3e>.

## **Avaliação da atividade pesqueira numa comunidade de pescadores artesanais no Espírito Santo, Brasil\***

Nietzsche Gschwendtner Martins<sup>a</sup>; Diego Andre Rodrigues<sup>a</sup>;  
Glaydston Mattos Ribeiro<sup>b</sup>; Rodrigo Randow de Freitas<sup>@, a</sup>

### **RESUMO**

No estado do Espírito Santo, a pesca assume importante papel socioeconômico na ocupação de mão-de-obra, geração de renda e oferta de alimentos para a população, especialmente para as pequenas comunidades do meio rural. Porém, ao analisarmos o estado da atividade, encontramos uma falta de gestão apropriada, monitoramento dos estoques ineficiente e baixo desenvolvimento tecnológico e da infraestrutura. Este estudo foi realizado na comunidade pesqueira de Pedra D'Água, objetivando analisar a dinâmica pesqueira e sua cadeia produtiva. Para tanto, foi necessário identificar as características das atividades pesqueiras, analisar *stakeholders*, elaborar mapas das áreas de pesca e, por fim, identificar as zonas de influência da pesca e elaboração da matriz SWOT. Dessa forma, este estudo produziu informações características da comunidade pesqueira de Pedra D'Água que podem ser de interesse dos órgãos governamentais e de entidades ligadas ao setor, para traçar futuras ações políticas de incentivo e desenvolvimento social e da atividade.

**Palavras-chave:** Cadeia produtiva, *Stakeholders*, Zonas de influências da pesca.

### **ABSTRACT**

*Evaluation of fisheries activity in an artisanal community in the Espírito Santo State, Brazil.*

*The fishing industry in the state of Espírito Santo, Brazil, assumes an important socioeconomic role. In this context, the community of Pedra D'Água, municipality of São Mateus, presents itself with high degree of dependence (income and supply) regarding production and marketing from artisanal fishing. The aim of this work is to analyze the current development of the activity, namely fishing dynamics and local production chain. It was necessary for both to identify the characteristics of the fishing activities, stakeholders, draw up maps of fishing areas and a SWOT matrix analysis. Community members of this value chain of Pedra D'Água needed better management structures and fishing activities support together with the extension of niches that are not yet explored (such as the cultivation of sea bass). In the analysis of scenarios was found that the practices of planning and control are ineffective ensuring local development (e.g. misuse of natural resources, predatory fishing and the absence of adequate marketing practices and unstructured supply chains). The analysis of fishing areas and zones of influence shows that the production chain value of Pedra D'Água has great potential and strengths and that fishermen knowledge must*

@ Corresponding author to whom correspondence should be addressed.

<sup>a</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Departamento de Engenharias e Tecnologia – DETEC, Laboratório de Gestão Costeira – Aquicultura e Pesca (LGCap), Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Litorâneo, 29932-540, São Mateus, ES, Phone/Fax: 55 (Brazil) 27 3312-1710. e-mails: Martins <nietzsche1989@hotmail.com>; Rodrigues, <diegoandrerodrigues.12@gmail.com>; Freitas <digorandow@gmail.com>

<sup>b</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa Em Engenharia, Programa de Engenharia de Transportes. Av. Horácio Macedo, 2030, Centro de Tecnologia, Bloco H, Cidade Universitária. 29932540, Rio de Janeiro, RJ, Phone/Fax: 55 (Brazil) 21 2562-8132. e-mail: <gmr.ribeiro@gmail.com>

\* Submission: 28 MAY 2014; Peer review: 26 JUN 2014; Revised: 6 AUG 2014; Accepted: 8 NOV 2014; Available on-line: 10 NOV 2014



*be respected and shared. Therefore, if these positive factors are potentiated, weaknesses minimized, and threats transformed into opportunities, management of the supply chain can become more efficient and competitive in both local and state/regional context.*

**Keywords:** *Production chain, Stakeholders, Fishery influence zones.*

## 1. Introduction

Estimativas apontam que, no mundo, existam em torno de 39 milhões de pescadores e 156 milhões de pessoas dependendo indiretamente da pesca, do processamento, do transporte e da comercialização do pescado (FAO, 2010). Globalmente, a pesca em pequena escala emprega 90% dos pescadores, assumindo grande importância quanto à segurança alimentar, à redução da pobreza e ao fornecimento de proteína de alta qualidade (FAO, 2012). No entanto, diversos estudos evidenciam a baixa produtividade nas regiões costeiras do Brasil, devido à baixa concentração de nutrientes (Costa *et al.*, 2005; MMA, 2006).

Embora alguns estoques tenham sido identificados como potenciais (considerando alguns fatores condicionantes), mesmo com sua grande extensão, o litoral não oferece condições para a existência de quantidades significativas de recursos pesqueiros. Além disso, a falta de capacidade institucional e a não inclusão do setor nas políticas nacionais e regionais de desenvolvimento têm dificultado ainda mais seu potencial de contribuição (Elfes *et al.*, 2014; FAO, 2012; MMA, 2006). Por outro lado, quanto à pesca em águas continentais, percebe-se uma deficiência de informações básicas sobre as relações filogenéticas dos peixes e seus hábitos de reprodução, alimentação e crescimento, limitando-se apenas às espécies de maior porte e importância comercial. Também são poucas as referências sobre o potencial pesqueiro de águas continentais (Neto *et al.*, 2002).

Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), embora a contribuição da pesca continental seja pequena em comparação à captura marinha e à aquicultura, ela tem mantido uma tendência de crescimento de aproximadamente dois por cento ao ano a nível mundial. Entretanto, em uma análise regional, apenas Ásia e África apresentaram um aumento significativo na captura, enquanto nas demais regiões houve um declínio, evidenciando que, apesar das tendências, a pesca natural dos rios se mostra desfavorável de maneira geral (Owx *et al.*, 2010). Da mesma forma, a pesca continental, no Brasil, também tem uma pequena participação na produção total de pescado, e, embora haja controversas nas estatísticas, uma análise temporal dos dados mostra que, enquanto houve decréscimo no volume da pesca marinha, o total de pescado advindo da pesca continental continuou a crescer, apresentando certa oscilação ao longo dos anos. Vale ressaltar que a pesca de água doce é uma atividade tradicional no país, sendo a única fonte de proteína disponível em algumas populações ribeirinhas (Hilsdorf *et al.*, 2006).

Ao analisarmos o estado da atividade como geradora de trabalho e renda, que agrega uma massa expressiva de trabalhadores, vemos que, devido a diversos fatores, como a falta de gestão apropriada, de monitoramento dos estoques pesqueiros, o baixo desenvolvimento tecnológico e a falta de infraestrutura e recursos para aquisição de barcos com maior capacidade de ação, por exemplo, a pesca se encontra em um descompasso de ordem econômica que tem reflexos importantes na vida dessas comunidades (Silva, 2010).

Quanto à atividade no estado do Espírito Santo (ES), pode-se observar, conforme Netto e Benedetto (2007), que, entre os anos de 1980 e 1988, a pesca artesanal representava 64% do total. Nesse contexto estadual, a comunidade de Pedra D'Água, no município de São Mateus, que depende da produção e comercialização dos produtos da pesca artesanal como meio fundamental de renda e alimentação, está submetida a situações de baixo poder econômico, riscos sociais e ambientais que tendem, em longo prazo, a comprometer o desempenho integral da cadeia produtiva (Rocha *et al.*, 2012; Instituto Jones dos Santos Neves, 2010). Assim, uma caracterização e análise da dinâmica pesqueira e de sua cadeia produtiva e, conseqüentemente, uma superação dos gargalos produtivos surgem como oportunidades de crescimento econômico, melhoria de qualidade de vida das comunidades tradicionais.

Com isso, os resultados almejados pelo presente estudo tendem a se configurar como pontos primordiais e que deverão ser de interesse e ação de políticas públicas futuras, de atribuição do Poder Público, em conjunto ou não com a iniciativa privada. Porém, denota-se que a produção da comunidade que foi estudada não é condizente com o seu potencial, devido, principalmente, a uma ineficiência e à falta de informações relacionadas a essa comunidade. Logo, as informações do presente estudo contribuirão para orientar as ações de empreendedores em potencial e a possibilidade de elaboração de políticas públicas a fim de aprimorar a atividade, satisfazer as demandas crescentes por alimentos, permitir um planejamento eficiente que contribua para o desenvolvimento socioeconômico da cadeia produtiva e da comunidade local. Assim, o objeto de estudo desta pesquisa versa sobre a caracterização e análise da dinâmica pesqueira e cadeia produtiva presente na comunidade de Pedra D'Água, evidenciando as principais características comunitárias quanto aos entraves e às potencialidades nas áreas de pesca e zonas de influência da cadeia produtiva, a fim de contribuir para o planejamento sustentável da atividade.

## 2. Material e Métodos

O presente estudo foi desenvolvido na comunidade de pescadores tradicionais de Pedra D'Água (Figura 1) (18°43'05"S e 39°48'50" O), localizada às margens do Rio São Mateus, no município de São Mateus, ES, Brasil. O local também tem sido alvo de diversos outros estudos pelo fato da comunidade possuir carência econômica, social e tecnológica (Assis e Freitas, 2012; Rocha *et al.*, 2012) e também pela existência de uma parceria entre o Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e a Associação de Pescadores de São Mateus (APESAM).

Sobre as técnicas de coleta dos dados, foram utilizadas técnicas de observação direta intensiva, que é realizada por meio de observação e entrevista. A observação foi

feita por uma equipe, que permaneceu fora da realidade estudada, de forma planejada e controlada, a qual consiste em ver, ouvir e examinar fatos e fenômenos que se deseja estudar (Kauark *et al.*, 2010).

Pode-se relatar que a entrevista é um procedimento utilizado na investigação social, mediante uma conversação entre duas pessoas de natureza profissional. Sendo que a entrevista foi padronizada e estruturada, ou seja, o entrevistador seguiu um roteiro previamente estabelecido, e as perguntas feitas foram predeterminadas (Marconi e Lakatos, 2010).

O método de amostragem utilizado foi o *snowball sampling*, também conhecido como método bola-de-neve ou cadeia de informantes. Logo, a amostragem adotada foi a não probabilística por acessibilidade, sendo utilizados os elementos que estavam acessíveis para a coleta

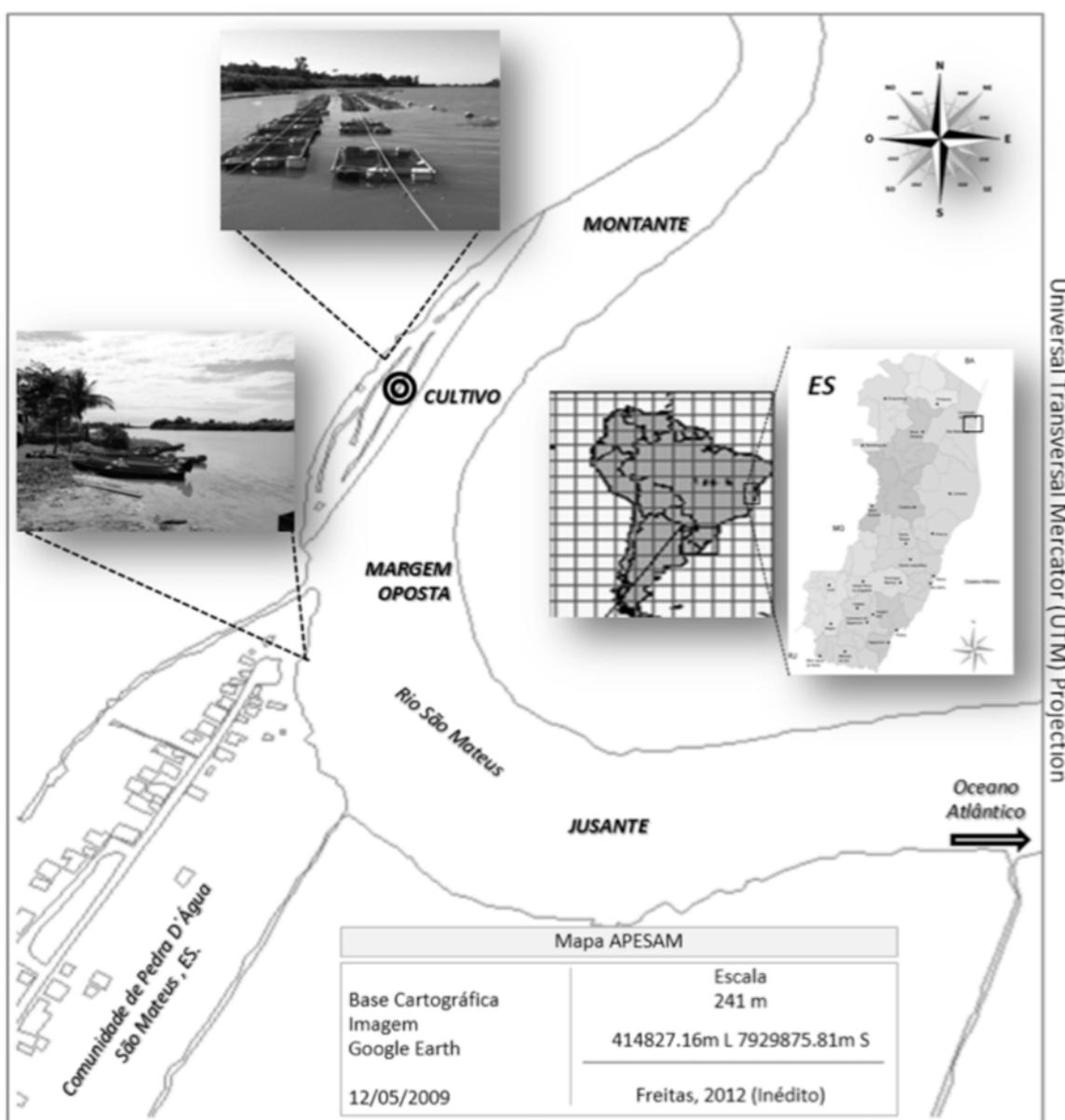


Figura 1 - Mapa da localização da Comunidade de Pedra D'Água (Adaptado de Rocha *et al.*, 2012).

Figure 1 - Pedra D'Água community location (Adapted from Rocha *et al.*, 2012).

dos dados, buscando a eficiência, representatividade e fidedignidade das características dos dados coletados (Gil, 2002).

Escolheu-se a metodologia *snowball*, criada por Goodman (1961), pois esse tipo de amostragem é útil sempre que se pretenda estudar pequenas populações muito específicas, em que os participantes iniciais (“sementes”) indicam novos participantes (“filhos”), que, por sua vez, indicam novos participantes, e assim sucessivamente, até que os novos entrevistados passem a repetir os conteúdos já obtidos em entrevistas anteriores, sem acrescentar novas informações relevantes à pesquisa. Dessa forma, foram entrevistados onze pescadores, de um total de 22 associados (Freitas *et al.*, 2009), um dono de restaurante e dois donos de peixarias presentes na comunidade. Vale ressaltar que, devido às limitações de infraestrutura dos barcos, a comunidade pratica apenas a pesca continental e estuarina.

Quanto ao levantamento de dados, foram elaborados questionários específicos, que foram aplicados aos pescadores, às peixarias e aos restaurantes. Nesses questionários, foram levantadas questões relativas a fatores econômicos e sociais e acerca da atividade praticada pelos pescadores. As principais questões estavam relacionadas à produção do pescado, à identificação pessoal, ao perfil socioeconômico, à infraestrutura da comunidade, à percepção da atividade de pesca e ao associativismo às instituições de apoio.

O questionário foi confeccionado de forma estruturada, cuja ordem e redação permaneceram inalteradas para todos os atores entrevistados, era de caráter individual e possuía perguntas duplas, divididas em fechadas e abertas. Utilizou-se essa estratégia por ser o meio mais rápido e eficiente de entender e buscar informações acerca dos atores (Gil, 2002).

Para a identificação e análise dos *stakeholders*, foram listadas as principais categorias de atores, os quais influenciam a atuação da cadeia produtiva ou são influenciados por ela. Assim, os *stakeholders* foram classificados em internos (pessoas ou entidades mais próximas da organização) e externos (que possuem algum tipo de interesse e que, de alguma forma, possam influenciar o negócio) e comparados aos de outras comunidades encontradas na literatura. Assim, os principais *stakeholders* de Pedra D’Água foram classificados como internos (pescadores, intermediários, peixarias e restaurantes) e externos (Governo, fornecedores, clientes, Prefeitura Municipal de São Mateus, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, APESAM, Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA, Colônia de Pesca, como a Z-13, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, Instituto Estadual de Meio Ambiente - IEMA, agentes facilitadores, como os bancos, entre outras instituições que apoiam a pesca).

Para a obtenção das zonas de influências da cadeia produtiva do pescado, foi adotada a metodologia de Pimentel *et al.* (2013), em que ocorre a identificação do local de embarque e desembarque do pescado e dos pontos de demanda, como restaurantes, intermediários e peixarias; diagnóstico dos principais tipos e quantidade de peixes movimentados entre os pontos de desembarque e embarque e os pontos de demandas por meio da coleta de dados *in loco*; estruturação das origens e dos destinos das cargas identificadas por região; geração das matrizes origem-destino das cargas; e delimitação da zona de influência real da cadeia produtiva. Assim, a delimitação da zona de influência real foi feita com base na análise do fluxo de cargas e do cálculo da participação de mercado da região analisada.

Quanto à identificação das áreas de pesca, adotou-se o modelo de “mapa mental”, utilizado amplamente na representação gráfica, apoiado em teorias da Psicologia, Cartografia e Geografia. No mapa mental, o lugar é apresentado tal como ele é, com sua forma, e é elaborado por um processo que relaciona percepções próprias visuais, audiovisuais e olfativas, lembranças, coisas conscientes ou inconscientes (Archela *et al.*, 2004).

Para a construção do mapa, os entrevistados identificaram, em uma imagem retirada do *Google Earth*<sup>®</sup>, os locais tradicionalmente utilizados para pesca artesanal. Após essa etapa, os mapas foram sobrepostos com a finalidade de comparar diferentes informações referentes a uma mesma localidade, em um único mapa (Lopes, 2013). Com isso, os mapas gerados da sobreposição foram levados às comunidades para aferição, ajustes e validação.

Por fim, foi feita uma análise macro do ambiente interno e externo da comunidade pesqueira de Pedra D’Água por meio da confecção de uma matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* – forças, fraquezas, oportunidades e ameaças), sendo as forças e fraquezas variáveis internas, controláveis pela organização, enquanto as oportunidades e ameaças são decorrentes de variáveis externas, não diretamente controláveis, mas sobre as quais pode, em alguns casos, exercer influência (Capuano, 2008).

Por meio da matriz SWOT, torna-se possível definir estratégias para manter e ampliar os pontos fortes da organização e reduzir os riscos decorrentes dos pontos fracos, aproveitando-se as oportunidades e reduzindo-se as ameaças. Além disso, o método tem como vantagem a simplicidade, o baixo custo para aplicação, a flexibilidade, a capacidade de integração da informação e o estímulo à colaboração de todas as áreas da organização (Chiavenato, 2003; Capuano, 2008).

### 3. Resultados e discussão

A capacidade de perpetuação da cadeia produtiva da pesca na comunidade de Pedra D’Água está condicio-

nada à sua capacidade de satisfazer as demandas, as expectativas e os interesses dos *stakeholders*. Estes são vistos como todos os indivíduos, grupos ou organizações que interagem no ambiente interno e externo à cadeia produtiva e são portadores de interesses, expectativas e demandas sobre a organização, porque a afetam ou são por ela afetados (Repezza *et al.*, 2012), e encontram-se distribuídos ao longo da cadeia produtiva de Pedra D'Água desde a produção de rações até o consumidor final.

O grupo de insumos inclui os fornecedores de materiais e equipamentos, enquanto no grupo de produção encontram-se os pescadores de rio. Em seguida, temos o grupo de distribuição e comercialização, que são as peixarias, os restaurantes e os supermercados, comercializando com os consumidores finais, ou para os intermediários. Estes podem comercializar o pescado tanto para o grupo de distribuição e comercialização como para o grupo de consumidores finais.

Existe, também, o grupo de controle e fiscalização, como o IBAMA, IEMA, e o grupo de facilitadores, que inclui as pesquisas com a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), INCAPER e as instituições de suporte ao crédito. Esses grupos podem atuar em todos os elos da cadeia produtiva de Pedra D'Água. É importante mencionar que todos os *stakeholders* estão sujeitos às influências dos aspectos incontroláveis, como a

política, a economia, a natureza, a cultura e a tecnologia, que podem se tornar ameaças ou oportunidades de desenvolvimento da cadeia produtiva, como mostrado na figura 2.

Assim, de acordo com sua influência e seu destaque, os principais grupos de *stakeholders* analisados foram os ligados à produção, distribuição e comercialização. Por exemplo, o grupo de produção é composto basicamente pela comunidade de pescadores tradicionais que realiza as atividades de pesca e cultivo de peixes de água doce e estuarina. Em relação ao cultivo, destaca-se a produção de tilápia em tanques-rede no rio São Mateus. Corroborando, um estudo realizado em Ilha Solteira - São Paulo, com a associação APROAQUA de piscicultores, mostrou que o cultivo de tilápia em tanques-rede se intensificou particularmente no Sudeste do país e que reflete em uma boa rentabilidade/ciclo no sistema de criação dessa espécie, apresentando um lucro de 22,57% (Sabbag *et al.*, 2007). Dessa forma, o cultivo da tilápia pode tornar-se, também, uma fonte central de renda para os pescadores de Pedra D'Água.

Quanto às espécies capturadas, no rio São Mateus, existe uma enorme variedade de peixes, porém os mais capturados são: Manjuba - *Anchoviella lepidentostole* (25%), Tainha - *Mugil cephalus* (21%), Curimatã - *Prochilodus lineatus* (17%), Cangoá - *Stellifer rastrifer* (11%), Robalo - *Centropomus parallelus* (12%) e o

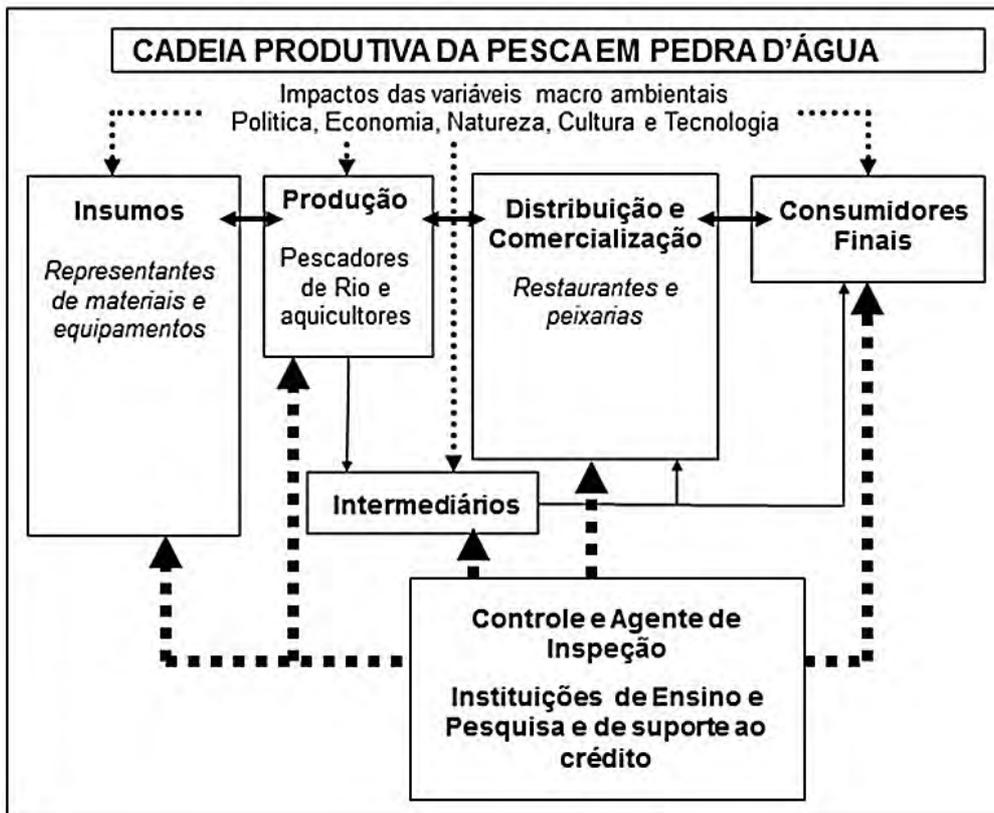


Figura 2 - Cadeia produtiva do pescado de Pedra D'água (Adaptado de Freitas *et al.*, 2009).

Figure 2 - Pedra D'Água fishery production chain (Adapted from Freitas *et al.*, 2009).

Camarão da Malásia - *Macrobrachium rosenbergii* (8%).

Em relação à faixa etária dos pescadores locais, ela está entre 36 e 66 anos, com média de 53 anos. Os pescadores têm, em média, quatro filhos, e a maioria desses executa atividades diferentes da pesca. A média de tempo na profissão é de 30 anos, e 70% dos pescadores artesanais possui o ensino fundamental incompleto.

Quanto a isso, o baixo nível de escolaridade ocorre em todo o país, onde 83,6% dos pescadores registrados são analfabetos ou têm o ensino fundamental incompleto (Alencar e Maia, 2011). Dessa forma, a falta de profissão alternativa e de estudo são determinantes para a permanência do pescador na comunidade (Rosa e Mattos, 2010). Além disso, o fato de gostarem e de ser uma tradição de família os influencia a continuar na atividade de pesca.

Com relação à renda *per capita* dos pescadores, observou-se que a média é de R\$530,00 mensais. Para complementar a renda, a maioria recebe auxílio do seguro defeso Piracema, contemplado por quatro meses. De acordo com a Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009, o defeso é a paralisação temporária da pesca para a preservação da espécie, tendo como motivação a reprodução e/ou o recrutamento, bem como paralisações causadas por fenômenos naturais ou acidentes (DOU, 2009).

Quanto aos problemas de saúde, 60% dos pescadores relataram possuírem alguma doença agravada pela atividade de pesca, sendo mais decorrentes os problemas de coluna. Nos estudos realizados por Rosa e Mattos (2010), o percentual de indivíduos com agravos ou doenças relacionadas à profissão foi menor (44%) que na comunidade estudada. Em relação à infraestrutura da comunidade para a saúde, os entrevistados mostraram-se insatisfeitos nos quesitos de qualidade no atendimento e disponibilidade de médicos.

Segundo Oliveira (2012), entre os fatores de risco ocupacionais relacionados a essa profissão, destacam-se a lombalgia, causada pelo trabalho repetitivo, trabalhar longos períodos de tempo sentado, ações de empurrar e puxar, quedas, posturas de trabalho estáticas, levantamento e carregamento de objetos pesados, entre outros. Comparando com os dados obtidos na pesquisa, pode-se inferir que as atividades da profissão prejudicam a saúde dos trabalhadores; dessa forma, seria necessária a conscientização dos pescadores quanto à utilização de Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs). Além disso, essa situação evidencia a urgência de melhorias na infraestrutura do sistema de saúde local, a fim de disponibilizar atendimento médico específico de qualidade para os pescadores.

Quanto à captura, os apetrechos de pesca mais utilizados pelos pescadores ao longo do rio até o estuário são a rede caída (tarrafa), a rede de espera e o espinhel de fundo. As embarcações, utilizadas pela maioria dos

pescadores, são botes construídos de madeira com 5,5 metros de comprimento, um motor rabeta diesel de potência 3,5 a 7 hp, tripulação máxima de 6 pessoas e capacidade de armazenagem de 700 quilogramas. As mesmas condições das embarcações são encontradas nas comunidades do sul da Bahia, em que o nível de tecnologia acaba tornando-se um limitador da capacidade da cadeia produtiva (Behrmann *et al.*, 2013).

As condições de desembarque são precárias, pois no porto não existe cais ou trapiche. Isso ocorre, principalmente, devido a entraves burocráticos, como a dificuldade de licenciamento ambiental. Ao chegar ao porto, o pescador desembarca a produção manualmente em pequenos recipientes e a leva até a peixaria, por exemplo. Apesar da distância entre o porto e as peixarias ser pequena, os profissionais da pesca relataram que sentem muito cansaço e dores de coluna por não ter uma estrutura adequada, como um carrinho para transporte do pescado.

Após a captura, o destino do pescado são as peixarias, os restaurantes locais e os intermediários. A fim de abastecer a demanda, as espécies mais capturadas são a Manjuba, Tainha, Curimatã e Congoá, que são comercializadas por um preço médio que varia de R\$3,17 a R\$7,00 por quilograma. Em relação ao preço médio do Robalo e do Camarão da Malásia, variam de R\$15,57 a R\$32,50 por quilograma.

Os peixes e camarões são comercializados frescos (*in natura*), sem agregação de valor ao produto. Dessa forma, seria interessante a construção de uma unidade de processamento de pescado, tomando como exemplo as comunidades pesqueiras do Extremo Sul da Bahia, que passam por uma reestruturação que, além de agregar maior valor ao produto, também aumentará a geração de emprego e renda para as comunidades (Bahia Pesca, 2013).

Os pescadores da comunidade de Pedra D'Água possuem um conhecimento sobre a dinâmica do ambiente e dos organismos explorados. Sabem, por exemplo, a época ideal para captura de cada espécie de pescado no Rio São Mateus. Por exemplo, a alta temporada do Camarão e do Robalo ocorre entre os meses de janeiro a março, já em relação ao Congoá e à Tainha ocorre no inverno, e entre as outras espécies não há muita variação ao longo do ano. Segundo Ribeiro *et al.* (2006), a valorização e incorporação desses conhecimentos dos pescadores sobre o ambiente e as espécies exploradas são de grande importância para a sustentabilidade.

Apesar de ser uma importante fonte de renda para os pescadores da comunidade, a comercialização do produto oriundo da pesca artesanal de água doce apresenta-se bastante deficiente, em virtude da precária infraestrutura de apoio à pesca existente, acarretando, com isso, graves problemas de abastecimento. De acordo com cerca de 70% dos entrevistados, falta a construção

de um cais, local de armazenamento do pescado, mais lojas de venda de material de pesca e mais fábricas de gelo para apoio à pesca. Por exemplo, a fábrica de gelo de Pedra D'Água não está em funcionamento devido ao não cumprimento de normas técnicas de funcionamento.

Segundo os pescadores, os principais fatores que prejudicam a atividade pesqueira local são: pesca predatória (11%); contaminação por uso de agrotóxicos e poluição do rio São Mateus (13%); falta de fiscalização da própria comunidade (11%); barcos advindos de outros locais (11%); dentre outros mencionados. Com isso, há a necessidade de ações emergenciais para a reversão desse quadro, como, por exemplo, reconstituição das matas ciliares, maior fiscalização, monitoramento da água, inclusão do pescador nas políticas públicas por meio da APESAM e a criação destas.

Em relação ao grupo de distribuição e comercialização, há quatro peixarias e um restaurante, dentre os quais dois proprietários de peixarias e um de restaurante foram entrevistados. Os proprietários dessas duas peixarias são intermediários. O mesmo foi observado em Arraial do Cabo, Rio de Janeiro (Mendonça *et al.*, 2010); ou seja, os proprietários veem essa atividade como uma fonte de renda complementar. Em se tratando do intermediário, ele é de grande importância para a comunidade pesqueira de Pedra D'Água, pois a produção é escoada para outras regiões por meio desse elo. Porém, a eliminação do intermediário pode gerar mais lucro para o pescador e maior renda para a comunidade.

A grande importância dada aos intermediários ocorre devido, principalmente, à falta de investimento, divulgação e incentivo por parte das autoridades responsáveis. Quanto a isso, a utilização das novas tecnologias, como os aplicativos voltados para a comercialização dos pescados, que tornam o acesso à informação sobre demanda mais rápido e direto com restaurantes e pousadas da região, impactou positivamente em uma comunidade pesqueira, trazendo renda e melhoria do acesso à informação.

Os principais problemas enfrentados nesse ramo comercial são as enchentes, a falta de incentivo do governo em relação à infraestrutura de apoio à atividade e a falta de calçamento em frente ao restaurante. Dados esses que foram semelhantes aos encontrados na pesquisa realizada por Capellesso e Cazela (2011), em uma comunidade pesqueira, revelando que seus principais problemas eram a ausência da gestão dos recursos pesqueiros, a falta de apoio do governo, o excesso de chuvas e a poluição, que resultam em prejuízo para os proprietários de restaurante.

Os principais problemas enfrentados pelas peixarias ocorrem devido à ausência de variedade de peixes para compra, falta de apoio das instituições de suporte ao

crédito e falta de divulgação pela prefeitura, o que ocasionou a redução no número de clientes ao longo dos anos. Esses dados corroboram com os estudos realizados por Dias (2010), que afirmam que a falta de investimento por parte das instituições e a precária infraestrutura das peixarias, principalmente em relação às condições higiênico-sanitárias, levaram à redução da procura dos clientes. As peixarias, os restaurantes e os pescadores são fiscalizados pelo IBAMA e pela Polícia Ambiental, que foram avaliados, no modo de atuar, como razoáveis pelos pescadores, pois estes relataram que falta uma fiscalização mais rigorosa para com outros pescadores, que não respeitam os períodos de defesa.

A maioria dos entrevistados é ou já foi associado à APESAM e/ou Colônia de pescadores (Z-13), e estas foram avaliadas como razoáveis a boas no modo de atuar, pois essas instituições procuram por melhorias da comunidade. Também, cerca de 50% dos entrevistados não souberam opinar ou não conhecem o MPA e, mesmo assim, este foi avaliado como bom. Já o INCAPER foi avaliado como razoável a bom, devido, principalmente, aos cursos e ao apoio dado aos pescadores da comunidade. A Prefeitura Municipal de São Mateus foi avaliada como ruim a razoável, pois os pescadores acreditam que não há apoio e nem investimentos. Em relação ao IEMA, os pescadores não mostraram muito conhecimento e se confundiam com o IBAMA. Esse resultado se assemelha com as instituições da cadeia produtiva da carcinocultura marinha em Laguna, SC (Freitas *et al.*, 2009).

Apesar de a comunidade de Pedra D'Água não possuir infraestrutura de um grande porto, como o de Porto de Santos, que possui diversos estudos de zonas de influências, a área à beira do Rio São Mateus, destinada ao carregamento e descarregamento do pescado capturado por meio de barcos e botes, também pode ser considerada um porto a nível de comunidade pesqueira e ser passível de estudos de zonas de influências.

Praticamente todo o pescado capturado pelos pescadores é comercializado na própria comunidade pelos intermediários, pelas peixarias e pelo restaurante. A distância entre o porto, o restaurante e as peixarias da comunidade varia de 50 a 800 metros; além disso, os intermediários vão até a área de pesqueiro para comprar, logo, o pescador não percorre uma grande distância para comercializar o seu produto.

Para o cálculo da participação de mercado de cada região geográfica, foi feita uma estimativa baseada nos dados dos pescadores e da APESAM. Assim, a quantidade capturada média por pescador é de 127kg mensais, e, como existem 60 pescadores, a produção total média da comunidade é de 7.620 quilogramas. Sendo que a quantidade média de pescado adquirido pelas peixarias é de 700 quilogramas, e, como existem quatro peixarias,

a quantidade média adquirida total é de 2.800 quilogramas. Adicionando esse valor ao do restaurante, a quantidade adquirida, pelo grupo distribuição e comercialização da comunidade, é de 3.200 quilogramas, ou seja, cerca de 40% da produção total. O restante é levado a outras regiões por meio dos intermediários.

Baseado também nas entrevistas, o pescado pode ir tanto para outras cidades do Espírito Santo como para outros estados, como São Paulo, Bahia e Minas Gerais.

Para satisfazer essa demanda, existem diversas áreas no Rio São Mateus em que o pescador frequentemente captura os peixes. O pescador pode sair tanto do porto de Pedra D'Água em direção ao município de Concei

ção da Barra – ES, como em direção ao Porto Velho de São Mateus - ES (Figura 3). Nessas áreas, são capturados, frequentemente, o robalo, o camarão da Malásia e a tainha.

Seguindo em direção ao município de Conceição da Barra, destacam-se as seguintes áreas de pesqueiro: a Ilha, Meleira, o Rio Mariricú, Boa Vista, Barreiras e Balisa. Nessas áreas, são capturados, frequentemente, o camarão da Malásia, o curimatã, a manjuba e a tainha.

Através da análise de todos os dados coletados durante a pesquisa, foi possível também identificar os pontos positivos e negativos dentre os elos da cadeia produtiva do pescado.

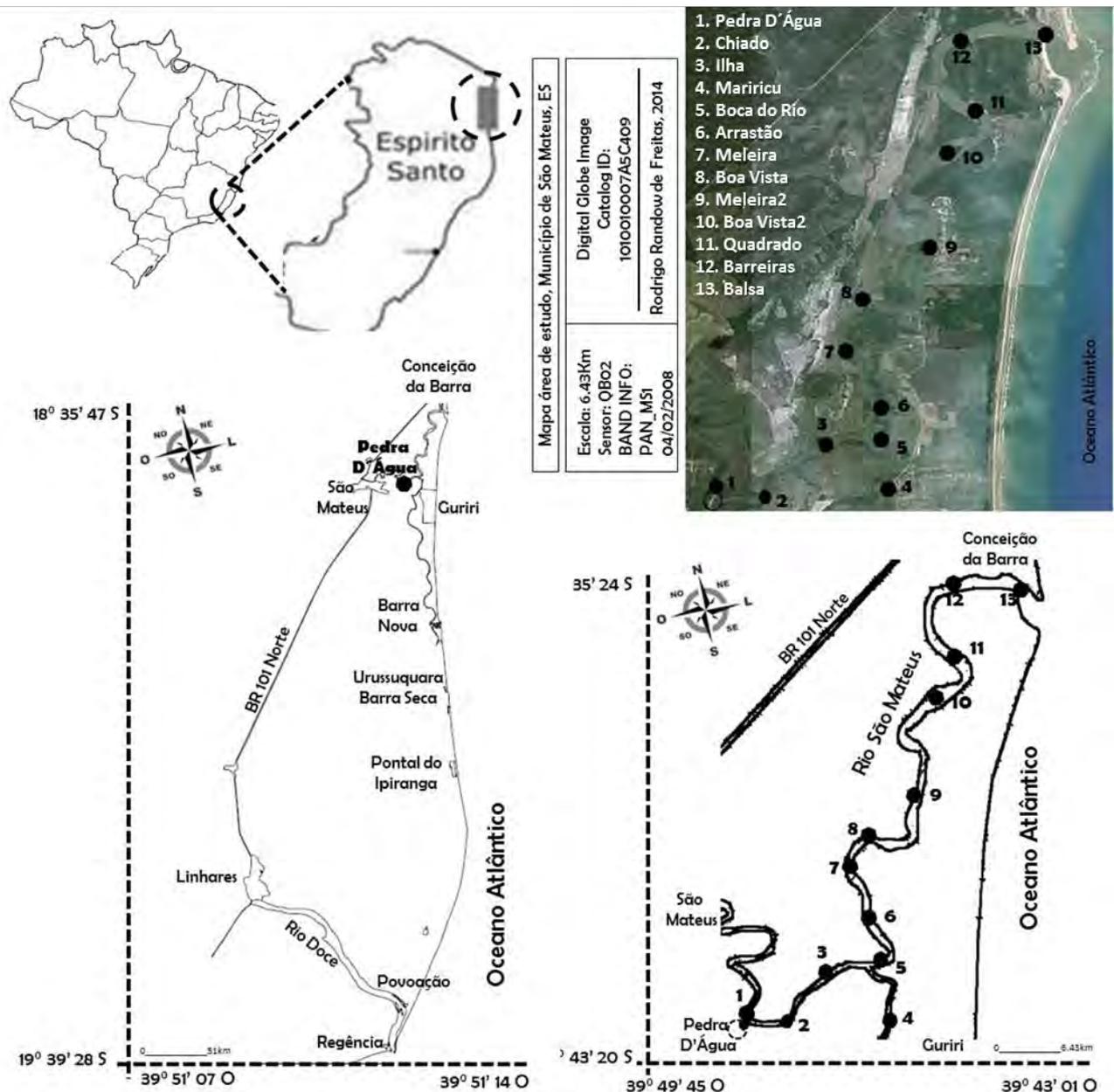


Figura 3 - Área pesqueira da comunidade de Pedra D'Água.

Figure 3 - Pedra D'Água community fishing area.

Para melhor entender o setor e identificar esses pontos, elaborou-se a matriz SWOT (Figura 4).

Analisando o ambiente interno, verificou-se que as principais forças competitivas são a variedade e a abundância dos recursos naturais, pois pode-se pescar diversas espécies de peixes no Rio São Mateus, e a experiência e o conhecimento dos pescadores em relação às áreas de pesqueiros, utilização dos petrechos de pesca e a temporada de cada espécie. Sendo que a pesquisa apontou que a desunião, a baixa escolaridade dos pescadores, a pesca predatória e a falta de uma estrutura de apoio à pesca, como uma fábrica de gelo, loja de pesca e cais, estão entre as principais fraquezas.

Em se tratando do ambiente externo, constatou-se que as importantes oportunidades são a valorização e o aumento da demanda dos produtos da pesca, a utilização das novas tecnologias para aumentar a eficiência operacional e a parceria com a UFES.

Apesar de muitas oportunidades encontradas, foram verificadas ameaças e entraves, dentre as quais pode

naturais, como a poluição do rio, e a redução no tamanho e a extinção de algumas espécies de peixes.

Outro ponto de destaque é a falta de atratividade do setor para os jovens; os próprios pescadores não querem que seus filhos trabalhem na pesca, conseqüentemente, a idade média dos profissionais da pesca pode aumentar. Destaca-se, também, a invisibilidade do setor, pois os pescadores não guiam a produção, ou seja, não é medida a produção real.

#### 4. Conclusões

A partir dos resultados obtidos, ficou evidente que os grupos da cadeia produtiva de Pedra D'Água esperam por melhorias na estrutura de apoio à pesca e na ampliação de nichos que ainda não são explorados, como o cultivo do robalo. Nessa cadeia, as maiores preocupações do pescador artesanal estão relacionadas ao investimento em preservação do ambiente, preservação do pescado e infraestrutura de apoio, como píer, fábricas de gelo e beneficiamento do pescado.

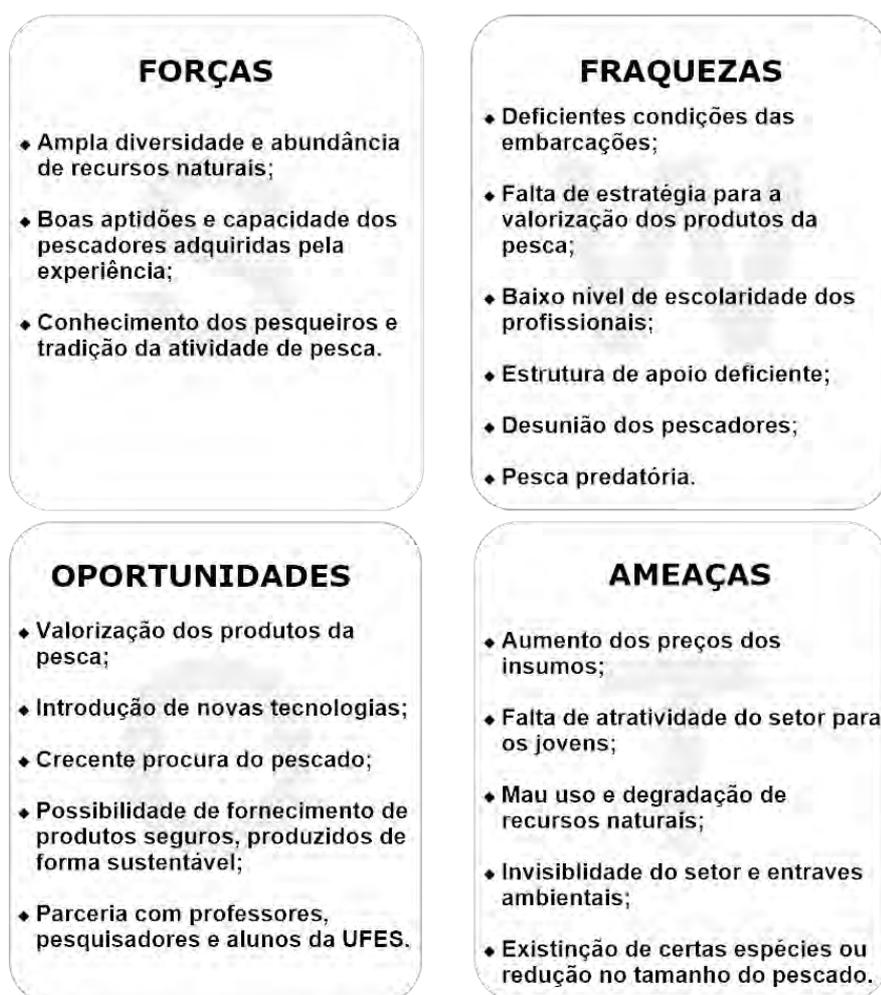


Figura 4 - Análise SWOT da comunidade pesqueira de Pedra D'Água.

Figure 4 - Pedra D'Água fishing community SWOT analysis.

O estudo mostrou, também, que existem diversos projetos que podem ser aplicados à comunidade para dar mais dinamismo à cadeia produtiva, como, por exemplo, o píer e o *software* de localização.

Na análise de cenários, verificou-se que as práticas de controle e planejamento são ineficazes em garantir, de forma eficiente, o pleno desenvolvimento local, princi-

palmente pelas fraquezas e ameaças encontradas na matriz SWOT, como a má utilização dos recursos naturais, a ausência de *marketing* agressivo e a pesca predatória.

Por meio da análise das áreas de pesca e zonas de influências, constatou-se que a cadeia produtiva da pesca de Pedra D'Água tem grande potencial e fortaleza, como o conhecimento dos pescadores e a possível valorização do pescado comercializado. Portanto, se esses fatores positivos forem potencializados, as fraquezas, minimizadas, e as ameaças, transformadas em oportunidades, a gestão da cadeia produtiva poderá tornar-se mais eficiente e competitiva no âmbito municipal.

Trabalhos futuros podem ser realizados, por exemplo, na área de ergonomia, do controle da qualidade do pescado por meio de indicadores de qualidade, ou até mesmo da vulnerabilidade social e econômica dos pescadores.

#### Agradecimentos

Estudo financiado pelo Edital de Desenvolvimento Científico Regional, CNPq/FAPES 01/2011 – Processo 57246360/2012.

#### Referências

- Alencar, C.A.G.; Maia, L.P. (2011) – Perfil socioeconômico dos pescadores brasileiros. *Arquivos de Ciências do Mar* (ISSN 0374-5686), 44(3):12-19, Labomar – Instituto de Ciências do Mar, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível on-line em [http://www.inct-tmcocean.com.br/pdfs/Produtos/Artigos\\_periodicos/178\\_Perfil-economico-do-CE.pdf](http://www.inct-tmcocean.com.br/pdfs/Produtos/Artigos_periodicos/178_Perfil-economico-do-CE.pdf)
- Archela, R.S.; Gratão, L.H.B.; Trostorf, M.A.S. (2004) – O lugar dos mapas mentais na representação do lugar. *Geografia* (ISSN: 0102-3888), 13(1):127-14, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil. Disponível on-line em <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6794/6116>
- Assis, M.C.; Freitas, R.R. (2012) – Análise das práticas de biossegurança no cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em região estuarina no sudeste do Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 12(4):559-568. DOI: 10.5894/rgci369
- Behrmann, D.G.M.; Midlej, M.M.B.C.; Andrade, J.C.P. (2013) - Cadeia produtiva do pescado no sul da Bahia. 11p., *Anais eletrônicos, Congresso Internacional de Administração 2013*. Ponta Grossa, PR, Brasil. Disponível on-line em <http://www.admpg.com.br/2013/down.php?id=207&q=1>.
- Capellesso, A.J.; Cazella, A.A. (2011) – Pesca artesanal entre crise econômica e problemas socioambientais: estudo de caso nos municípios de Garopaba e Imbituba (SC). *Ambiente & Sociedade*, 14(2):15-33. DOI: 10.1590/S1414-753X2011000200003
- Capuano, E.A. (2008) – Construtos para modelagem de organizações fundamentadas na informação e no conhecimento no serviço público brasileiro. *Ciência da Informação*, 37(3):18-37. DOI: 10.1590/S0100-19652008000300002
- Chiavenato, I. (2003) – *Introdução à Teoria Geral da Administração*. 7ª ed., rev. e atual., 634p., Elsevier / Campus, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 978-8535213485. Disponível on-line em <http://www.cotemar.com.br/biblioteca/administracao/teoria-geral-da-administracao.pdf>
- Costa, P.A.S.; Martins, A.S.; Olavo, G. (2005) – *Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. 245p., Museu Nacional / UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN 8574270083. Disponível on-line em [http://www.researchgate.net/publication/230887650\\_Pesca\\_e\\_potenciais\\_de\\_explorao\\_de\\_recursos\\_vivos\\_na\\_regio\\_Central\\_da\\_Zona\\_Economica\\_Exclusiva\\_brasileira](http://www.researchgate.net/publication/230887650_Pesca_e_potenciais_de_explorao_de_recursos_vivos_na_regio_Central_da_Zona_Economica_Exclusiva_brasileira)
- Dias, R.C.J. (2010) - *Avaliação e comparação das condições higiênico-sanitárias dos talhos e peixarias abrangidos pelo PACE no município de Santarém*. 114p., Dissertação de mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal. Não publicado.
- DOU (2009) - Lei nº 11.959, de 29 de junho 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*. Publicado no Diário Oficial da União de 30.6.2009, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/Lei/L11959.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Lei/L11959.htm)
- Elfes C.T.; Longo C.; Halpern B.S.; Hardy D.; Scarborough C.; Best, B.D.; T. Pinheiro; G.F. Dutra (2014) – A Regional-Scale Ocean Health Index for Brazil. *PLoS ONE*, 9(4):e92589. DOI: 10.1371/journal.pone.0092589.
- FAO (2010) - *The state of world fisheries and aquaculture*. 197p., Food and Agriculture Organization (FAO), Roma, Italia. ISBN: 978-9251066751. Disponível on-line em <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf>
- FAO (2012) - *The state of world fisheries and aquaculture*. 209p., Food and Agriculture Organization (FAO), Roma, Italia. ISBN: 978-9251072257. Disponível on-line em <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm>
- Freitas, R.R.; Vinatea, L.; Netto, S. (2009) - Analysis of the marine shrimp culture production chain in Southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 81(2):287-295. DOI: 10.1590/S0001-37652009000200015.
- Gil, A.C. (2002) - *Como elaborar projetos de pesquisa*. 176p., Atlas, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8522431698. Disponível on-line em <http://ebooks-academicos.blogspot.com.br/2014/03/ebooks-academicos-gil-como-elaborar-projetos-de-pesquisa-gil-2002-download-gratis-pdf.html>
- Goodman, L. (1961) – Snowball Sampling. *Annals of Mathematical Statistics*, 32(1):148-170. DOI: 10.1214/aoms/1177705148
- Hilsdorf, A.W.S.; Resende, E.K.; Marques, D.K.S. (2006) – Genética e Conservação de Estoques Pesqueiros de Águas Continentais no Brasil: Situação Atual e Perspectivas. *Documentos* (ISSN: 1517-1973), 8, 43p., Embrapa Pantanal (*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*), Corumbá, MS, Brasil. Disponível on-line em <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC82.pdf>
- Instituto Jones dos Santos Neves (2010) – Perfil da pobreza no Espírito Santo: famílias inscritas no cadúnico. 68p., IJSN (Instituto Jones dos Santos Neves), Vitória, ES, Brasil. Disponível on-line em [http://www.ijns.es.gov.br/Sitio/images/flip-book/mapa\\_da\\_pobreza/Mapa\\_da\\_Pobreza\\_19-04.pdf](http://www.ijns.es.gov.br/Sitio/images/flip-book/mapa_da_pobreza/Mapa_da_Pobreza_19-04.pdf)
- Kauark, F.S.; Manhães, F.C.; Medeiros, C.H. (2010) – *Metodologia da Pesquisa: Um guia prático*. 88p., Via Litterarum, Itabuna, BA, Brasil. ISBN: 978-8598493978. Disponível on-line em [http://issuu.com/apogeu/docs/metodologia\\_da\\_pesquisa-guia\\_pr\\_ti](http://issuu.com/apogeu/docs/metodologia_da_pesquisa-guia_pr_ti)
- Lopes, A.P. (2013) – *Territorialidades em conflitos na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil*, Estudo de caso dos conflitos

- entre os pescadores artesanais e o porto da Companhia Siderúrgica do Atlântico (ThyssenKrupp CSA). 109p., Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. [http://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/Alessandra Pinheiro Lopes.pdf](http://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/Alessandra%20Pinheiro%20Lopes.pdf)
- Marconi, M.A.; Lakatos, E.M. (2010) – *Fundamentos de metodologia científica*. 320p., Atlas, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 978-8522457588.
- Mendonça, F.M.; Valle, R.A.B.; Coutinho, R. (2010) – A cadeia produtiva da pesca artesanal em Arraial do Cabo: análise e propostas de melhoria. 14p., *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – 2010, Anais eletrônicos*, São Carlos, SP, Brasil. Disponível on-line em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STO\\_113\\_739\\_16523.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_739_16523.pdf)
- MMA (2006) – *Relatório Programa REVIZEE: Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva*. 302p., Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, Brasil. ISBN: 8577380270. Disponível on-line em [http://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/\\_arquivos/rel\\_executivo\\_revizee.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/_arquivos/rel_executivo_revizee.pdf)
- Neto, J.D.; Saccardo S.A.; Bernardino, G. (2002) – O estado dos Recursos Pesqueiros: Pesca Extrativista e Aquicultura. In: The-reza Christina Carvalho Santos & João Batista Drummond Câmara (org.), *Geo Brasil - Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil*, pp.132-147, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis (IBAMA), Brasília, DF, Brasil, ISBN: 8573001445. Disponível on-line em [http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/site\\_cnia/geo\\_brasil\\_2002.pdf](http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/site_cnia/geo_brasil_2002.pdf)
- Netto, R.F.; Beneditto, A.P.M.D. (2007) – Diversidade de artefatos da pesca artesanal marinha do Espírito Santo. *Biotemas* (ISSN 2175-7925), 20(2):107-119, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/20736>.
- Oliveira, M.M.F.F.G. (2012) – *Prevalência de lombalgia em pescadores do município de Coremas, Paraíba*. 24p., Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil. Disponível on-line em <http://dspace.bc.uepb.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/502>
- Owx, I.G.; Almeida, O.; Bene, C.; Brummett, R.; Bush, S.; Darwall, W.; Pittock, J.; Brakel, M. (2010) – A Valoração da pesca em águas continentais. *Novos Cadernos NAEA* (ISSN 1516-6481), 13(1):71-103, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil. Disponível on-line em <http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/448/695>.
- Pimentel, C.J.V.; Damázio, L.C.; Gonçalves, W.; Ribeiro, G.M. (2013) – Delimitação das hinterlands dos portos capixabas por meio de um sistema de informações geográficas. 13p., *XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – 2013, Anais eletrônicos*, Salvador, BA, Brasil. Disponível on-line em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_WIC\\_183\\_046\\_2226.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_WIC_183_046_2226.pdf).
- Repezza, A.P.; Santos, R.B.; Peixoto, A.R.; Guimarães, G.; Porto, G.; Einstein, R. (2012) – Análise de stakeholders e cadeia de valor para formulação estratégica da apex-brasil. 44p. *V Congresso CONSAD de Gestão Pública – 2012*, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em <http://consadnacional.org.br/wp-content/uploads/2013/05/084-AN%C3%81LISE-DE-STAKEHOLDERS-E-CADEIA-DE-VALOR-PARA-FORMULA%C3%87%C3%83O-ESTRAT%C3%89GICA-DA-APEX-BRASIL.pdf>.
- Ribeiro, M.O.A.; Fabr , N.N.; Batista, V.S. (2006) – O conhecimento ecológico tradicional dos pescadores de bagres: Contribuição para o manejo da pesca no sistema solimões – Amazonas. 13p. *VII Congresso Latino-Americano de sociologia Rural*, Quito, Pichincha, Equador. Disponível on-line em [https://www.academia.edu/2249010/O\\_CONHECIMENTO\\_ECOLOGICO-TRADICIONAL\\_DOS\\_PESCADORES\\_DE\\_BAGRES\\_CONTRIBUICAO\\_PARA\\_O\\_MANEJO\\_DA\\_PESCA\\_NO\\_SISTEMA\\_SOLIMONES](https://www.academia.edu/2249010/O_CONHECIMENTO_ECOLOGICO-TRADICIONAL_DOS_PESCADORES_DE_BAGRES_CONTRIBUICAO_PARA_O_MANEJO_DA_PESCA_NO_SISTEMA_SOLIMONES)
- Rocha, K.S.; Silva, R.V.; Freitas, R.R. (2012) – Uma análise da percepção ambiental e transformação socioeconômica de uma comunidade de pescadores artesanais em região estuarina no sudeste do Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 12(4):535-543. DOI: 10.5894/rgci388.
- Rosa, M.F.M.; Mattos, U.A.O. (2010) – A saúde e os riscos dos pescadores e catadores de caranguejo da Baía de Guanabara. *Ciência & Saúde Coletiva*, 15(supl.1):1543-1552. DOI: 10.1590/S1413-81232010000700066.
- Sabbag, O.J.; Rozales, R.R.; Tarsitana, M.A.A.; Silveira, A.N. (2007) – Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. *Custos e agronegócio on line* (ISSN: 1808-2882), 3(2):86-100, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em <http://www.custoseagronegocionline.com.br/numero2v3/analise%20economica.pdf>.
- Silva, A.F. (2010) – A Pesca artesanal como arte e como significado cultural: o caso potiguar. *ACTA Geográfica*, 4(8):58-65. DOI: 10.5654/actageo2010.0408.0005.



## **Cultivo de Bijupirá (*Rachycentron canadum*) em Cananeia, SP, Brasil. Avaliação da viabilidade utilizando geoprocessamento**

Fátima L. Collaço<sup>a</sup>; Sílvia M. Sartor<sup>b</sup>; Edison Barbieri<sup>@, a</sup>

### **Resumo**

Os relatórios frequentes da FAO indicam a redução da pesca extrativista e o crescimento da maricultura na última década, como uma alternativa para a produção de alimento e geração de renda. O Bijupirá, *Rachycentron canadum*, se destacou nos últimos anos, sendo estudado sobre diferentes aspectos com vistas à produção comercial no Brasil. Com o crescimento da maricultura, o desenvolvimento de instrumentos gerenciais para a zona costeira se mostra cada vez mais necessário. Com o estabelecimento de bases sustentáveis para a correta escolha dos locais de instalação de cultivos é possível maximizar a eficiência da maricultura, produzindo o máximo de organismos com o mínimo de custo. Essa viabilidade exige o entendimento da relação entre as exigências fisiológicas do organismo aquático selecionado frente às condições ambientais. Neste trabalho utilizou-se dados obtidos de pesquisas bibliográficas, documentos de agências públicas, restituição de imagens de satélite e coletas de campo organizados em um gerenciador de banco de dados geográficos. Os dados foram analisados utilizando geoestatística, interpolação, análise de distância e de densidade para definir prováveis áreas ideais para o cultivo de Bijupirá na região estuarina e costeira de Cananeia. Como resultado obteve-se a indicação de áreas propícias ao cultivo de Bijupirá na região de estudo considerando variáveis ambientais, socioeconômicas e logísticas. Demonstrou-se que a ferramenta Sistema de Informações Geográficas (SIG) é capaz de contribuir de forma efetiva, facilitando a tomada de decisão, por parte de interessados na maricultura e por gestores licenciadores e fiscalizadores.

Palavras-chaves: Geoprocessamento, Gestão Costeira, maricultura, Bijupirá, *Rachycentron canadum*.

### **Abstract**

*Cultivation of cobia (*Rachycentron canadum*) in Cananeia, SP, Brazil. Feasibility assessment using GIS*

*The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) frequently publishes reports about world fisheries production. These reports state wild fish stocks increasingly depleted and mariculture production growth in the past decade. The mariculture emerged then as an alternative to food production and generating income. Cobia, *Rachycentron canadum*, has been highlighted in recent years and is being studied in different aspects aiming its commercial production in Brazil. As mariculture has expanded, the development of management instruments for coastal zone is shown increasingly necessary. As establishing a sustainable basis to select the proper location to install fish farming it is possible to maximize the efficiency mariculture, producing raising the maximum number of organisms with minimal costs. This viability occurred through the understanding of the relationship between the physiological requirement of the aquatic organism selected and the environmental conditions. Data were obtained through literature searches, documents from government agencies, restitution of satellite images and field sampling organized in a manager geodatabase and analyzed using geostatistical interpolation, distance and density analysis to define ideal areas of Cananeia's estuary and coastal zone to cultivate Cobia. The current*

<sup>@</sup> Corresponding author, to whom correspondence should be addressed:

<sup>a</sup> Instituto de Pesca – APTA – SAASP – Governo do Estado de São Paulo. Av. Prof. Besnard s/n. Caixa Postal 157. CEP 11990-000. Cananeia, SP, Brasil. e-mails: Collaço <fatinhalis@gmail.com>; Barbieri <edisonbarbieri@yahoo.com.br>

<sup>b</sup> Avenida Prof Luciano Gualberto, 380, travessa 3 - CEP 05508-010. Butantã, São Paulo - SP, Brasil. e-mail: <silvisartor@gmail.com>

Submission: 13 JUL 2014; Peer review: 25 AUG 2014; Revised: 10 NOV 2014; Accepted: 28 MAR 2015; Available on-line: 30 MAR 2015

This article contains supporting information online at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-538\\_Collaco\\_Supporting-Information.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-538_Collaco_Supporting-Information.pdf)



*work indicates areas suitable for growing Cobia in the studied region considering environmental, socioeconomics and logistics variables. The Geographic Information System (GIS) has shown itself capable of contributing effectively, facilitating potential shell fishermen and manager decision making.*

*Key words: GIS, coastal management, mariculture, cobia, Rachycentron canadum.*

## 1. Introdução

A produção mundial de pescado em 2009, segundo FAO (2010), atingiu um volume de 145,1 milhões de toneladas. A maricultura correspondeu a 13,8% e a pesca extrativista marinha a 55% deste total. O relatório indicou ainda um crescimento de 17% da maricultura na última década. Paralelamente, a pesca extrativista teve um decréscimo de 5%, com a maioria dos estoques pesqueiros tradicionais em declínio. A causa principal desta queda ocorre em virtude da sobrepesca e da destruição dos habitats, em decorrência da expansão das atividades antrópicas na zona costeira. A sobrepesca vem atuando em níveis insustentáveis (Pauly *et al.* 2002, 2013), enquanto os habitats vem sendo degradados por vários interesses econômicos.

Peixe é a principal fonte de proteína para 17% da população mundial (FAO, 2013). Com o crescimento populacional aliado ao declínio dos estoques pesqueiros, estima-se que haverá aumento de empreendimentos de aquacultura no mercado futuro. A indústria pesqueira também acredita na maricultura como substituto em potencial de seus lucros. Segundo Brandini *et al.* (2007), milhões de dólares tem sido investidos na produção de algas, peixes e outros frutos do mar, utilizando tecnologia em escala comercial, exemplificados pela China, Perú e Indonésia que se destacaram em 2008 como maiores produtores mundiais (FAO, 2010). No Atlântico o Bijupirá vem sendo explorado comercialmente (Arnold *et al.*, 2002) e, nos últimos anos, tem sido considerado um peixe importante para a aquacultura devido ao seu crescimento rápido e eficaz com utilização da ração (Chou *et al.*, 2001; Liao & Leño, 2007).

Sanches *et al.* (2008) afirmam que a maricultura vem ganhando impulso nos últimos anos pela consolidação dos resultados de pesquisas acadêmicas, despertando o interesse da iniciativa privada e potencializando a atividade.

O Bijupirá (*Rachycentron canadum*) vem se destacando nos últimos anos na maricultura brasileira, sendo estudado sob diferentes aspectos com vistas à produção comercial no Brasil. Batista (2011) avaliou o crescimento e canibalismo em juvenis, concluindo que grupos homogêneos de peixes pequenos apresentam melhor taxa de crescimento se comparado com grupos homogêneos de peixes grandes. Também concluiu que a classificação por tamanhos evitou perda por canibalismo. Sanches *et al.*, (2013) avaliaram a viabilidade econômica da produção de formas jovens, concluindo

pela viabilidade quando houver taxa de sobrevivência superior a 10% e preço superior a R\$ 2,00/kg. Devido aos custos de implantação e manutenção há maior viabilidade econômica do cultivo para grandes empreendedores (Sanches *et al.*, 2008; Domingues, 2012). Tosta (2010) avaliou a oferta de ração para Bijupirá concluiu ser viável o cultivo de juvenis da espécie para engorda em tanque-rede no mar. Sampaio *et al.* (2010) investigaram o avanço da maricultura, no Brasil, na primeira década do Século XXI citando o Bijupirá como espécie mais promissora para ser produzida em ambientes marinhos. Cavalli *et al.* (2011) também consideraram a produção de Bijupirá promissora no Brasil em mar aberto.

Com o crescimento da maricultura, o desenvolvimento de instrumentos gerenciais para a zona costeira se mostra cada vez mais necessário, já que sua falta pode causar prejuízos irremediáveis aos ambientes costeiros e a vida aquática como um todo.

Os Sistemas de Informações Geográficas - SIG vêm sendo amplamente utilizado por vários países nas últimas décadas para planejar as atividades humanas nas regiões litorâneas (Scott & Vianna, 2001; Simms, 2002; Scott, 2003; Macleod, 2002; Freitas *et al.*, 2009; Farias *et al.*, 2010; Bezerra *et al.*, 2011). SIG's vêm sendo desenvolvidos com a proposta de combinar dados espaciais, descrever e analisar interações, fazer previsões através de modelos e fornecer apoio na tomada de decisões. O domínio de técnica de geoprocessamento aliada ao conhecimento das variáveis ambientais e metabolismo dos organismos aquáticos pode apoiar o planejamento contribuir para a sustentabilidade aquícola de uma área.

Estabelecendo bases sustentáveis para a correta escolha de locais para cultivos é possível maximizar a eficácia da maricultura. O entendimento da relação entre exigência fisiológica do organismo aquático selecionado frente às condições ambientais é primordial nesse processo.

Diversos autores utilizaram SIG no planejamento da maricultura. Salam & Ross (1999) utilizaram SIG para modelar a aqüicultura em Bangladesh, Índia, comparando dois cenários distintos de produção de peixes e camarões em águas doce e salobra. Salam *et al.* (2003) utilizaram SIG para comparar a eficiência de cultivos de caranguejo e camarão nos estuários do sudeste de Bangladesh, Índia, buscando identificar as melhores áreas para tal finalidade. Macleod (2002) utilizou SIG para avaliar o potencial da maricultura em

mar aberto, na costa de Massachusetts, USA, considerando o bacalhau *Gadhus morhua* e o mexilhão *Mytilus edulis*. Bezerra *et al.* (2011) definiram áreas propícias para o cultivo de peixes no Estado de Pernambuco utilizando SIG. Vianna (2007) comparou os métodos determinísticos e probabilísticos para a seleção de sítios, utilizando como exemplo a maricultura de Santa Catarina. Longdill *et al.* (2008) propuseram o uso de SIG para selecionar áreas para a maricultura visando a sustentabilidade a longo prazo, utilizando cultivo suspenso do mexilhão *Perna canaliculus*, na Nova Zelândia. Radiarta *et al.* (2008) identificaram locais mais adequados para o cultivo de vieira *Mizuhopecten yessoensis* na baía de Funaka, Hokkaido, Japão. Freitas *et al.* (2009), com o uso de SIG, avaliaram locais propícios para a instalação de fazenda de camarão marinho, na região da Ilha da Torotama, Rio Grande do Sul. Farias *et al.* (2010) identificaram áreas favoráveis ao cultivo de macroalgas marinhas no município de Amontada, Ceará. Silva *et al.* (2011) selecionaram área para o cultivo de marisco no estuário de Valdivia, no Chile. Esses trabalhos comprovaram a efetividade da ferramenta na identificação de áreas de cultivos.

Este estudo foi motivado por recentes programas de fomento para cultivo de Bijupirá na região. Neste contexto, utilizaram-se técnicas de geoprocessamento para indicar áreas propícias ao cultivo de Bijupirá *Rachycentron canadum* na região estuarina-lagunar de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil, considerando variáveis físicas, químicas, biológicas do ambiente costeiro e estuarino, e o metabolismo da espécie.

## 2. Métodos

A área de abrangência deste estudo foi compreendida pelas águas estuarinas e costeiras do município de Cananéia/SP, delimitada pelos paralelos 25° 18' 30" e 24° 53' 00" Sul e pelos meridianos 48° 12' 00" e 47° 33' 30" Oeste, referenciadas pelo Datum Horizontal SIRGAS 2000. Nas águas costeiras definiu-se como limite a área de abrangência da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul. O estuário de Cananéia possui tradicionalmente atividades de maricultura, especialmente o manejo de ostras. A área também tem um papel importante do ponto de vista bioecológico, sendo responsável pela produção de matéria orgânica que serve de alimento para muitas espécies. Barbieri e Cavalheiro (2000) descrevem a área como um importante criadouro para um grande número de peixes e crustáceos de interesse comercial devido a sua elevada produtividade.

Para padronizar os procedimentos que foram adotados no planejamento da maricultura, o presente estudo propõe utilizar o geoprocessamento como uma ferramenta útil para a tomada de decisões, com análise

utilizando modelo conceitual pautado em processo analítico hierárquico – AH. Adaptou-se a metodologia proposta por Macleod (2002), que avaliou o potencial de aqüicultura “offshore” de Bacalhau Atlântico (*Gadus morhua*) e mexilhões (*Mytilus edulis*), em Massachusetts, USA, utilizando SIG.

Para a modelagem dos dados foi utilizado o software gvSIG versão 1.11 (GVSIG, 2011). Uma Base de Dados Geográfica - BDG (Gazola e Furtado, 2007) foi estruturada para armazenar, editar, relacionar e analisar os dados. O sistema de projeção adotado foi UTM - SIRGAS 2000, fuso 23S, MC -45.

### 2.1. A espécie

O Bijupirá é uma espécie marinha migratória de ampla distribuição em oceanos tropicais e subtropicais, ocorrendo também de forma sazonal, em águas temperadas (Briggs, 1960; Shaffer & Nakamura, 1989). É encontrada nos oceanos Atlântico e Pacífico onde a temperatura média da água é 24°C ou superior (Smith, 1995). Bijupirás foram coletados nos USA em águas com temperatura entre 16,8°C e 32°C (Shaffer & Nakamura, 1989). Shaffer & Nakamura (1989) relataram que temperaturas superiores a 37,7°C são letais para juvenis de Bijupirá. Toleram temperaturas abaixo de 17,7°C; contudo, a 18,3°C param de se alimentar (Shaffer & Nakamura, 1989). Alwood *et al.* (2004) detectaram que a temperatura letal é de 10,4°C e que juvenis quando expostos a temperatura da água entre 16°C e 17°C deixam de se alimentar.

Segundo Liao & Leño (2005), no cultivo de Bijupirá, para que se obtenha o desenvolvimento máximo, a temperatura deve variar entre 27°C e 29°C. Liao & Leño (2005) também relatam que em intervalos de 16°C a 27°C essa espécie cresce de forma moderada, e se percebe uma diminuição significativa no consumo de alimento em temperaturas abaixo de 16°C. Em experimento realizado em mar aberto, na Costa Rica, em temperatura variando de 26°C a 30°C, em baixa densidade, o Bijupirá alcançou um peso médio entre 4 e 6kg em um ano de cultivo (Benetti *et al.*, 2008). Miao *et al.* (2009) afirmam que a temperatura ideal para a espécie está entre 22°C e 32°C. Miao *et al.* (2009) relataram que, nos sistemas de cultivo, se observou redução na alimentação de Bijupirás quando a temperatura diminuía para 20 - 21°C, cessando completamente ao chegar em 19°C. Também observaram que temperaturas abaixo de 16°C e acima de 36°C são letais para a espécie. Sampaio *et al.* (2010) relataram que juvenis de Bijupirá, quando expostos a temperaturas entre 27°C e 29°C, têm otimizados seu crescimento e eficiência alimentar, e que, em temperaturas menores, até 18°C, têm seu crescimento retardado (Schwarz *et al.*, 2007, Sampaio *et al.*, 2010). Expostos a temperaturas superiores a 36°C cessam a alimentação, e 36,5°C

é considerada letal para 50% da população (Sampaio *et al.* 2010).

Naturalmente a espécie é encontrada em águas com salinidade entre 22,5 e 44,5 (Shaffer e Nakamura, 1989). O Bijupirá tolera ampla variação de salinidade podendo crescer em ambientes pouco salinos; porém, quando a salinidade é inferior a 5, começam a ficar suscetíveis a doenças e a requerer adição nutricional (Faulk e Holt, 2006). Alwood *et al.* (2004) observaram mortalidade total em juvenis de Bijupirá em salinidades abaixo de 2. Miao *et al.* (2009) afirmam que a espécie tolera os limites de salinidade de 4 e 35. Sampaio *et al.* (2010) observaram maior crescimento de juvenis na salinidade 30 do que em 15 e 5, diferentemente de Resley *et al.* (2006) que não verificaram diferenças no crescimento de juvenis a 5 e 30 de salinidade. Cavalli *et al.* (2011) relataram que em experimento realizado na costa de Recife, a espécie estocada em viveiro de terra com variação de salinidade entre 14 e 26 teve a sobrevivência estimada em 82%. Chen *et al.* (2009) recomendaram a salinidade 30 como ideal para o desenvolvimento de juvenis de Bijupirá. Barbieri & Doi (2012) avaliaram a toxicidade da amônia em juvenis de Bijupirá, nas salinidades 5, 20 e 35 e concluíram que quando menor que 20, o metabolismo aumenta e são mais sensíveis a ação da amônia.

## 2.2. Classificação de critérios

A classificação dos critérios que foram utilizados para orientar as análises e definir as áreas propícias estão elencados na Tabela 1.

As variáveis ambientais foram confrontadas com as características bioecológicas da espécie. Consideraram-se também aspectos socioeconômicos e logísticos visando melhor custo benefício do empreendimento.

Definiram-se 3 critérios para a escolha das áreas mais adequadas para implantação de projeto de cultivo de Bijupirá. O critério “Ambiental” levou em conta as condições ambientais relativas à qualidade da água e variáveis importantes para o desenvolvimento da espécie escolhida, o “Socioeconômico” considerou os potenciais conflitos com os usos já existentes na área e o “Logístico” a proximidade das estruturas de beneficiamento de pescado e dos mercados consumidores.

Os dados relativos a estes critérios foram padronizados e classificados em 3 classes conforme proposto por Bezerra (2010) considerando o cultivo do Bijupirá: muito adequada, adequada e inadequada (Tabela 1).

Consideraram-se áreas muito adequadas aquelas que apresentaram condições ideais para o cultivo, onde se espera que o Bijupirá tenha o máximo desempenho. Áreas adequadas foram aquelas onde as variáveis estão dentro dos limites aceitáveis pela bioecologia da

espécie. As áreas consideradas inadequadas referem-se àquelas que não apresentam condições adequadas para o cultivo do Bijupirá. Como complemento, também há a necessidade de avaliar a viabilidade econômica de cada empreendimento.

As variáveis foram analisadas individualmente, para possibilitar livre escolha ao tomador de decisão, quanto aos critérios que deseja considerar, adotando-se posteriormente um processo de análise espacial efetuado após a escala das variáveis e definição dos seus pesos (Figura 1)

## 2.3. Descrição das variáveis

### 2.3.1. Poluição

A resolução CONAMA nº 357 de 2005 determina os níveis aceitáveis para o cultivo de bivalves, considerando serem organismos filtrantes, utilizados na alimentação humana. No presente estudo utilizaram-se os níveis recomendados por esta norma. Considerando se tratar de água salobra, adotou-se o valor determinado na seção II, alínea “g” do inciso I do art. 18 da Resolução CONAMA nº 357 de 2005 para cultivo de bivalves, ou seja, 88 coliformes por 100 ml em 90% das amostras (CONAMA, 2005). Para os demais usos, incluindo a pesca e o cultivo de organismos, esta resolução determina que a contagem de coliformes não deve exceder a 100 por 100 ml em 80% das amostras. Visando colaborar com a manutenção da qualidade de água na área de estudo optou-se por utilizar os níveis mais rígidos de presença de coliformes, ou seja, 88 coliformes por 100 ml de água. Os dados de referência utilizados na avaliação foram levantados pelo Instituto de Pesca, base de Cananéia, em 2012, constituindo os únicos dados para toda a região.

### 2.3.2. Potencial de poluição

Como critério para “locais potenciais de poluição”, considerou-se localizações com atividades náuticas, levantadas pela Agência Ambiental da CETESB de Registro, no ano de 2011, além de locais levantados em Google Earth®. Foram incluídos como pontos de potencial poluição: Estação de Tratamento de Esgoto, postos de abastecimento náutico, balsa, entrepostos pesqueiros, trapiches, rampas e portos.

### 2.3.3. Temperatura e salinidade

Os dados de temperatura e salinidade foram levantados em campo com o uso de garrafas VanDorf, termômetros e refratômetros. Estes dados foram levantados em 5 campanhas realizadas em 2012, com total de 90 estações de coleta.

### 2.3.4. Rotas de navegação

A área de estudo constitui-se em área utilizada para navegação. Correspondem aos locais de maior profun-

Tabela 1 - Classificação dos critérios utilizados para a indicação de áreas propícias ao cultivo de Bijupirá.  
 Table 1 - Classification of criteria used for indication of appropriate areas for the cultivation of Cobia.

Critério	Unidade	Faixa de classificação			Referências	Tipo de análise
		Muito adequada	Adequada	Inadequada		
<b>Ambiental</b>						
Poluição C. Termotolerantes	NMP/1000	0	<88	>88	Dados IP/2012; Resolução CONAMA nº 357/2005	Método determinístico
Potencial de poluição	Proximidade	Distante	-	Próximo	Imagens Google Earth®	Método probabilístico
Temperatura	°C	27 – 30	16 - 27	<16 e >36	Alwood <i>et al.</i> (2004); Miao <i>et al.</i> (2009); Schuwarz <i>et al.</i> (2007), Sun <i>et al.</i> (2006), Sampaio <i>et al.</i> (2010); Benetti <i>et al.</i> (2008); Liao & Leão (2005); Shaffer & Nakamura (1989); Alwood <i>et al.</i> (2004) e Miao <i>et al.</i> (2004)	Método determinístico
Salinidade		30	<20 - 35>	<2 e >44,5	Faulk & Holt (2006); Alwood <i>et al.</i> (2004); Sampaio <i>et al.</i> (2010); Barbieri & Doi (2012); Shaffer & Nakamura (1989), Miao <i>et al.</i> (2009)	Método determinístico
<b>Socioeconômico</b>						
Conflitos de uso						
Rota de embarcação	M	Fora da faixa de	-	Dentro da faixa de 100	Carta Náutica 1703; coleta de campo; imagens Google Earth®; ortofotos IF/PPMA/2001; CETESB/2011	Método determinístico
Estruturas náuticas e praia para banho	-	100	-	-		Método probabilístico
Conflito com interesses de UC's	-	Sem restrição		Com restrição	Mosaico IF/PPMA/2001; IBAMA/2007.	Método determinístico
<b>Logístico</b>						
Unidades de beneficiamento	Proximidade	Próximo		Distante	Imagens Google Earth; CETESB/2011	Método probabilístico
Mercado consumidor	Proximidade	Próximo		Distante	Imagens Google Earth; CETESB/2011	Método probabilístico

didade excluindo áreas estuarinas com bancos de areia ou baixios que, aliados à variação de maré, dificulta a navegação. Desta forma, manter estas áreas livres de estruturas fixas ou flutuantes é extremamente importante. Através dos dados bati-métricos definiu-se os locais com maior profundidade (de 5 a 20 metros), que originou as rotas de navegação. Com a definição de um buffer de 100 metros produziu-se o Mapa de conflito com rotas de navegação.

### 2.3.5. Estruturas náuticas e praia para banho

Foram consideradas estruturas náuticas: trapiches, rampas, portos, entrepostos pesqueiros. Como praia

para banho, considerou-se os locais frequentados por banhistas.

### 2.3.6. Conflitos com Unidades de Conservação

Na região de estudo, existe um mosaico de Unidades de Conservação, predominantemente de uso sustentável. Apesar dos usos destas Unidades estarem previstos no SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Lei nº 9.985 de 2000 (SNUC, 2000), que permite o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais, pode haver conflito entre seus interesses e a atividade de maricultura. Desta forma, foram consideradas as restrições existentes nos

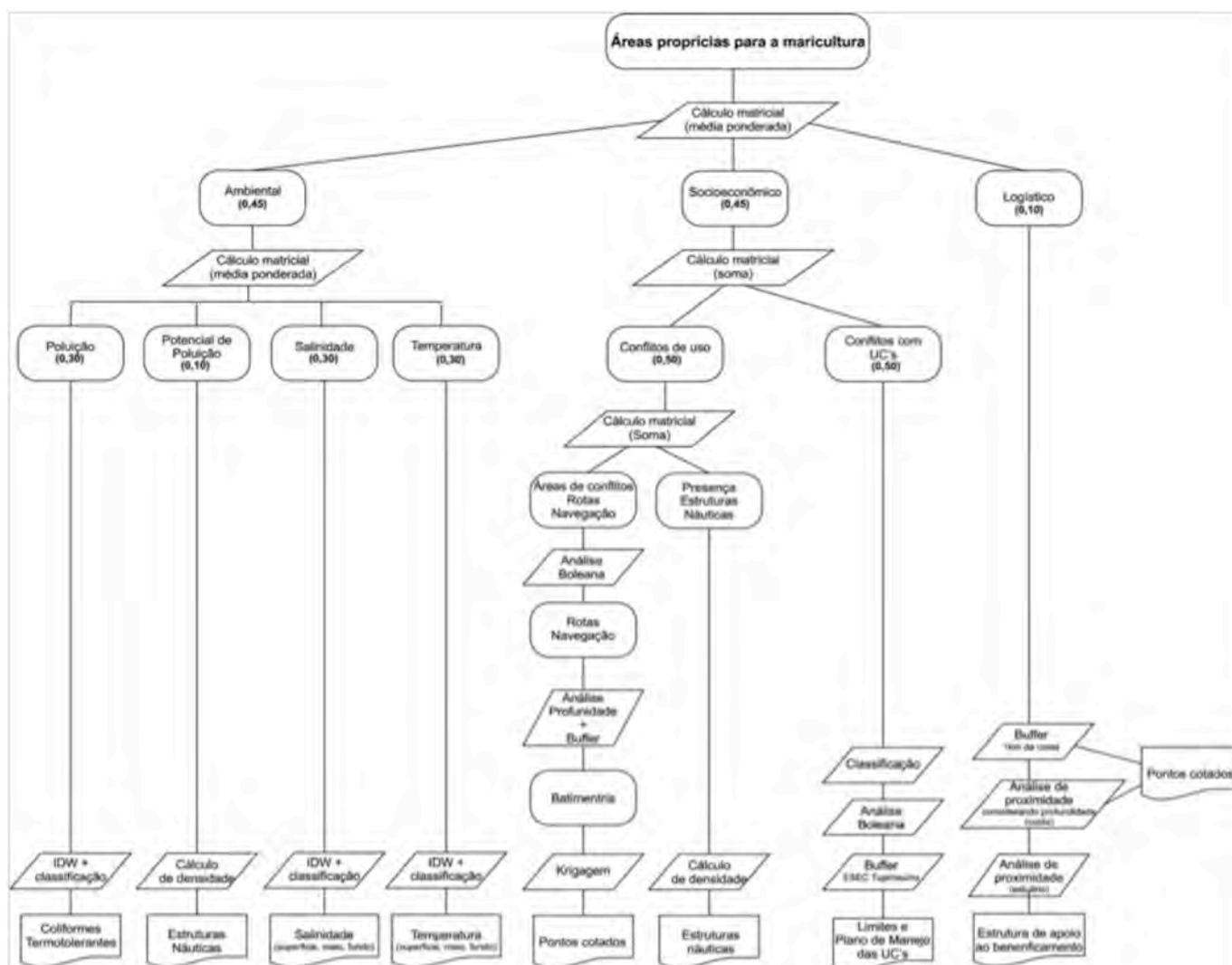


Figura 1 - Processo de análise espacial efetuado após a escolha das variáveis e a definição de seus pesos

Figure 1 - Process of spatial analysis performed after the choice of variables and the definition of their weights

Planos de Manejo, quando existentes, e o tipo de Unidade de Conservação para determinação das áreas propícias para cultivo.

No presente estudo, foram consideradas as Unidades de Conservação (UCs) com território inteiro ou parcialmente inserido no ambiente aquático.

As Reservas Extrativistas – RESEX e Reservas de Desenvolvimento Sustentável – RDS foram incluídas aqui como áreas com restrição, já que seu uso é destinado a atividades específicas.

### 2.3.7. Unidades de beneficiamento

A proximidade das áreas de cultivo com as unidades de beneficiamento pode representar maior probabilidade e sucesso comercial, pelas facilidades logísticas. Considerou-se como unidades de beneficiamento: fábricas de gelo, unidades de processamento de pescados, unidades depuradoras e entrepostos.

### 2.3.8. Mercado consumidor

A comercialização da produção de pequena escala geralmente é feita de forma direta aos consumidores e ocorre principalmente no verão. Portanto, as áreas com maior probabilidade e sucesso comercial são aquelas com maior proximidade e melhor acesso aos mercados consumidores e unidades beneficiadoras.

### 2.3.9. Mapas para análise das variáveis ambientais, socioeconômicas e logísticas

Para análise das variáveis ambientais foram gerados mapas de Poluição, Potencial de Poluição, Temperatura e Salinidade.

Para o mapa de poluição utilizou-se dados da contaminação por coliformes termotolerantes, coletados em 2012 em 10 pontos no estuário pelo Instituto de Pesca (Doi et al., 2014). Para o setor costeiro esta variável não foi considerada porque os índices encontrados estavam

todos abaixo de 2 coliformes termotolerantes por 100 ml.

Utilizou-se a densidade de presença de estruturas náuticas para gerar o mapa de potencial de poluição, obtidas pelos dados da Agência Ambiental da CETESB e levantamento sobre imagens do Google Earth®.

O mapa de salinidade foi gerado com os dados levantados em campo em três profundidades distintas (superfície, meio e fundo), no ano de 2012. Os dados foram interpolados, gerando um mapa de salinidade média. Foram incluídos neste mapa os limites da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul, já que a salinidade da costa tem pouca variação e atende as exigências metabólicas do Bijupirá.

O mapa de temperatura considerou os valores descritos na Tabela 1 e dados levantados em campo.

A partir dos mapas de conflitos de uso, que considerou: a) conflitos com rotas de navegação; b) conflito com a presença de estruturas náuticas, c) praias utilizadas para banho e, d) conflitos com os interesses das Unidades de Conservação, gerou-se o mapa socioeconômico, que identificou as áreas com restrições para a finalidade de cultivos.

Para produzir o mapa logístico considerou-se a proximidade das áreas de cultivo com as unidades de beneficiamento e o mercado consumidor. O critério adotado neste caso foi: quanto mais próximo dessas estruturas maior probabilidade de sucesso comercial. Como há sobreposição dos mercados consumidores com as áreas de estruturas de apoio ao beneficiamento, as variáveis foram analisadas conjuntamente. Na zona costeira se excluiu uma faixa de 1 km onde conflitos poderiam ocorrer e onde a profundidade é muito baixa. Nesta zona consideraram-se ainda as faixas de profundidades e proximidades das estruturas de apoio e comercialização.

### 3. Resultados e Discussão

Este estudo gerou uma série de mapas que indicam as áreas propícias ou não para o cultivo do Bijupirá.

A partir dos valores médios do monitoramento feito pelo Instituto de Pesca, no ano de 2012, em 10 pontos no estuário de Cananéia, e de acordo com os critérios adotados e a malha amostral disponíveis, observou-se no mapa de Presença de Coliformes Termotolerantes (Figura 2) que não há no estuário um local considerado muito adequado para o cultivo de Bijupirá levando-se em consideração o critério microbiológico.

O mapa de potencial de poluição (Figura 3) apresenta as áreas com maior ou menor potencial de poluição, indicando que o cultivo pode ocorrer em todo estuário, exceto onde há núcleos urbanizados.

Considerando os valores de salinidade definidos na Tabela 1, definiu-se as áreas propícias para o cultivo do

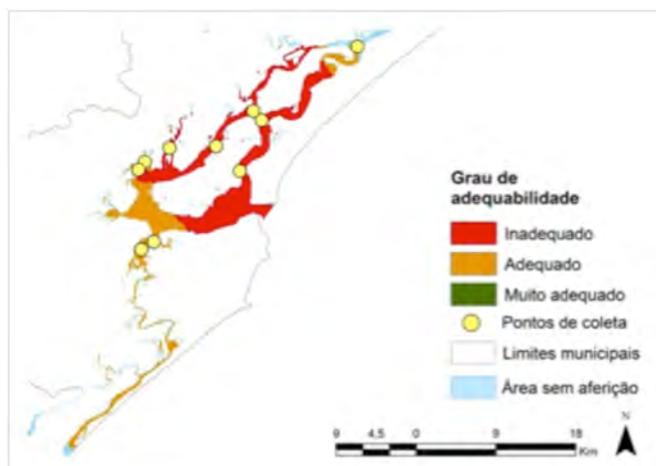


Figura 2 - Áreas contaminadas por coliformes termotolerantes.

Figure 2 - Areas contaminated with termotolerants coliforms.

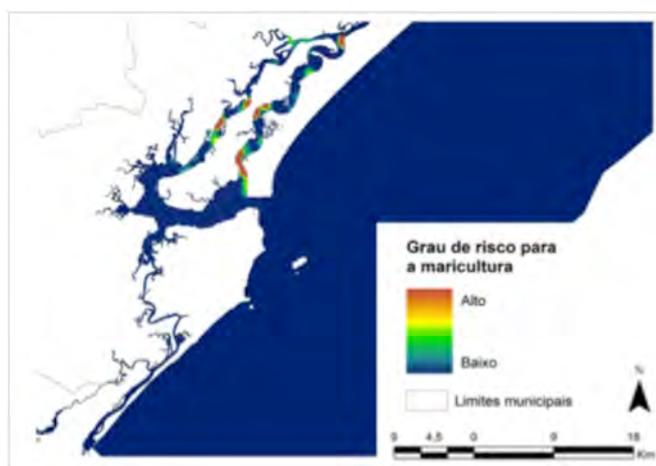


Figura 3 - Mapa de potencial de poluição, considerando a presença de estruturas náuticas.

Figure 3 - Map of potential pollution considering the presence of nautical structure.

Bijupirá (Figura 4), indicando que o cultivo é mais viável na área costeira devido à maior estabilidade na salinidade.

Levando-se em consideração a temperatura, todo o estuário mostrou-se propício para o cultivo do Bijupirá, exceto uma pequena área próxima a barra de Cananéia (Figura 5).

Com as variáveis ambientais constantes na Tabela 1, obteve-se o mapa ambiental (Figura 6), que demonstrou que a área estuarina é inadequada, em toda a sua extensão, ao cultivo do Bijupirá, principalmente devido à contaminação microbiológica e conflitos com outras atividades existentes.

Considerando um *buffer* de 100 metros dos locais com maior profundidade produziu-se as rotas de conflito com a navegação (Figura 7), cujos traçados são importantes para indicar o não uso dessas áreas para cultivos.

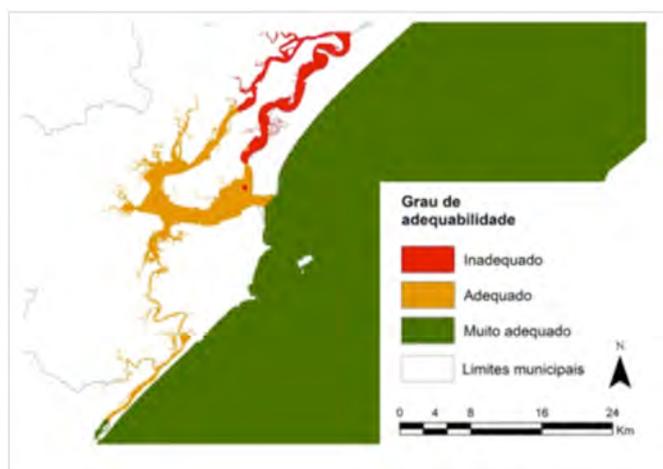


Figura 4 - Mapa de salinidade do estuário considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo do Bijupirá.

*Figure 4 - Salinity map of the estuary whereas the suitability for cultivation of Cobia.*



Figura 5 - Mapa de temperatura do estuário considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo de Bijupirá.

*Figure 5 - Temperature map of the estuary whereas the suitability for growing Cobia.*

Utilizando a presença de estruturas náuticas e as áreas destinadas para banho obteve-se o mapa de conflitos com estes usos (Figura 8), indicando que o cultivo pode ocorrer em todo estuário, exceto onde há núcleos urbanizados.

A sobreposição dos 2 mapas indicativos de conflitos (presença de estruturas náuticas, praias utilizadas para banho e rotas de navegação), gerou o mapa de conflitos de uso (Figura 9), importante para a definição das áreas que não devem ser utilizadas em cultivos. Esse mapa demonstra que toda área costeira, assim como o estuário é propício para o cultivo de Bijupirá, exceto onde há núcleos urbanizados.

Os potenciais conflitos os quais podem haver com as Unidades de Conservação resultou no mapa de conflito com interesses das Unidades de conservação (Figura 10), que indicou a impossibilidade de uso das áreas no entorno das ilhas que compõem a Estação Ecológica

dos Tupiniquins, rios do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, áreas das Reservas Extrativistas do Mandira e Taquiri e Tumba e Reserva de Desenvolvimento Sustentável Itapanhapima.

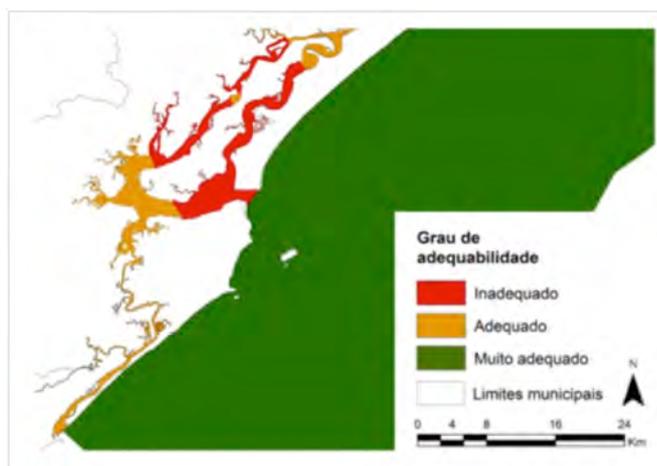


Figura 6 - Mapa Ambiental considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo de Bijupirá, pautados nos resultados obtidos considerando poluição por coliformes termotolerantes, potencial de poluição, temperatura e salinidade.

*Figure 6 - Environmental map considering the suitability for Cobia cultivation, based the on results obtained, considering coliform pollution, pollution potential, temperature and salinity*

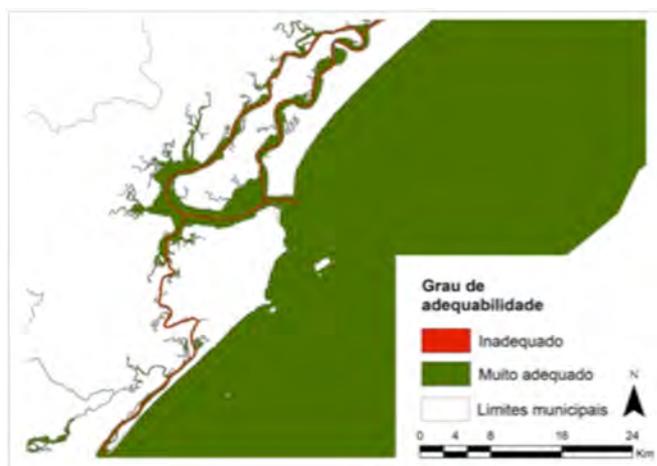


Figura 7 - Mapa de conflito com rotas de navegação. Exibe as áreas consideradas adequadas e inadequadas para o cultivo de Bijupirá, considerando a principal rota utilizada por embarcações.

*Figure 7 - Conflict map in relationship to navigation routes. Display the áreas considered suitable and unsuitable for the cultivation of Cobia, whereas the main route used by boats.*

O mapa socioeconômico (Figura 11) possibilitou a identificação das áreas dentro de Unidades de Conservação com restrição para a maricultura e áreas com potencial de conflitos, classificadas por proximidade, ou seja, áreas urbanizadas. Dessa forma, é

possível que, em termo de conflitos socioeconômicos, a região é propícia ao cultivo do Bijupirá.

apesar de ser a área mais distante dos locais de beneficiamento.

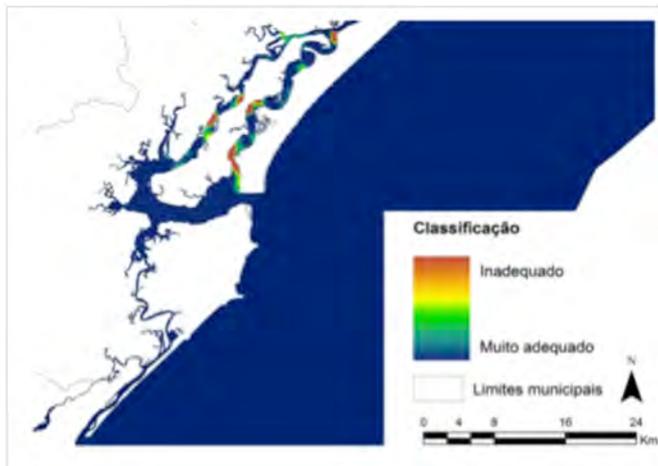


Figura 8 - Mapa de conflito com a presença de estruturas náuticas e praias utilizadas para banho.

Figure 8 - Conflict map with presence of nautical structures and beaches used for tourist.

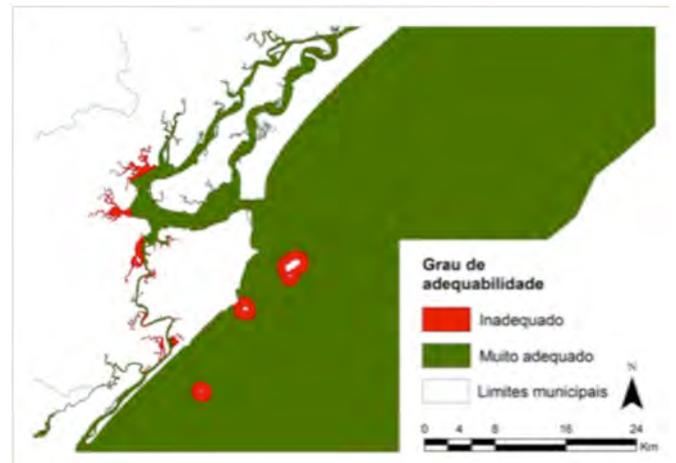


Figura 10 - Mapa de conflito com interesses das UC's.

Figure 10 - Conflictive map with Conservation Units

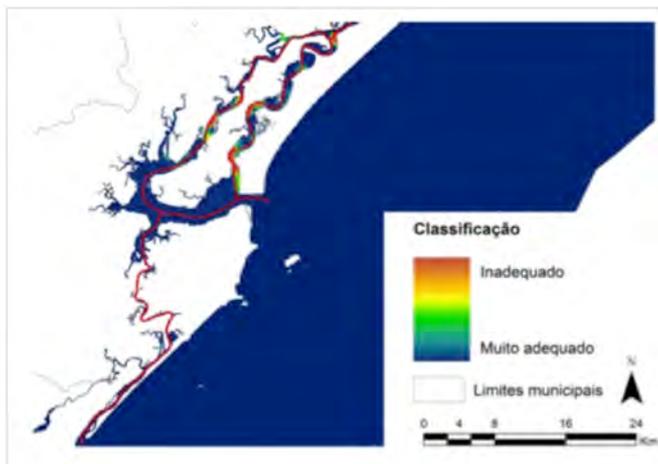


Figura 9 - Mapa de conflito de uso. Considerou-se a densidade da presença de estruturas náuticas, área de banho e rotas utilizadas para navegação.

Figure 9 - Map of conflicting use. It was considered the density of the presence of nautical structure, tourism área and navigation routes.

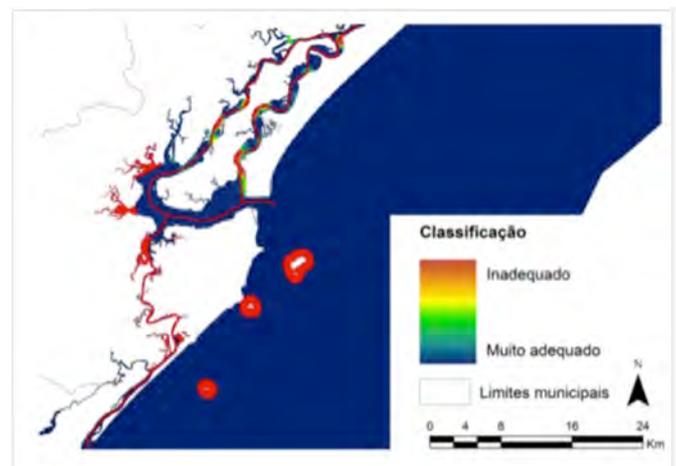


Figura 11 - Mapa socioeconômico. A área de estudo foi classificada pelo grau de adequabilidade para a maricultura, considerando distância das áreas com potencial de conflitos ou restritas para o uso com esta finalidade. Consideraram-se as variáveis rotas de navegação, presença de estruturas náuticas e praia para banho e interesses de Unidades de Conservação.

Figure 11 - Socio-economic map. The study área was classified by the degree of suitability for mariculture, considering distance from areas with potential for conflicts or restricted for use for this purpose. Variables considered: navigation routes, presence of nautical structures, tourism área and conservation units.

O mapa logístico (Figura 12) demonstrou que, contrapondo-se aos resultados obtidos com os dados relativos à poluição, as áreas mais próximas aos núcleos urbanizados são mais adequadas ao cultivo.

O mapa final, indicativo das áreas propícias ao cultivo de Bijupirá (*Rachycentron canadum*) na região estuarina e costeira de Cananéia, foi obtido considerando todos os critérios indicados e mapas gerados, representado na Figura 13, demonstrou que apenas a zona costeira poderia ser utilizada na maricultura, apesar de ser a área mais distante dos locais de beneficiamento e, sendo assim, demonstrou que apenas a zona costeira poderia ser utilizada na maricultura,

Conforme indicado na introdução, o cultivo de Bijupirá na região foi fomentado pela então Secretaria Especial da Pesca – SEAP, que em meados de 2005 construiu, em parceria com a Prefeitura Municipal de Ilha Comprida, o Laboratório Nacional de Produção de Formas Jovens Marinhas, com o objetivo de produzir, inicialmente, juvenis desta espécie. Os resultados deste estudo evidenciaram que a produção dessa espécie ficou

restrita ao interior da baía de Trapandé no estuário e quase a totalidade da região costeira, excluindo apenas aquelas cuja distância da costa inviabilizaria tal atividade, ou seja, mais de 10 km da costa.

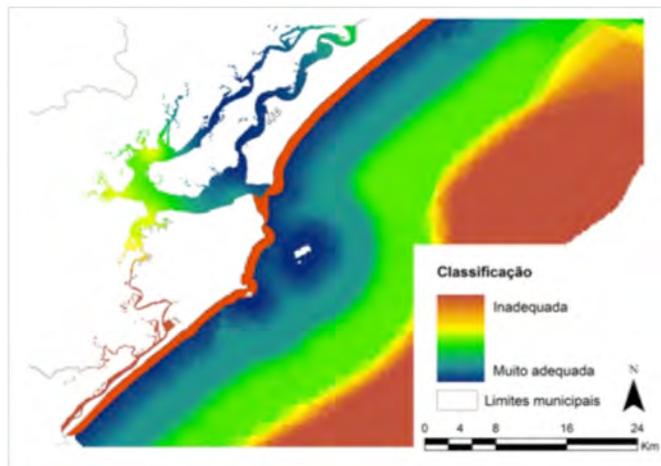


Figura 12 - Mapa Logístico, representando as áreas mais próximas às estruturas de apoio e mercados consumidores, indicando maior probabilidade de sucesso comercial.

Figure 12 - Logistic map, depicting the áreas closest to the supporting structures and consumer markets, indicating greater likelihood of commercial success

A referência utilizada na definição dos critérios a considerar, baseados em Macleod (2002) como: temperatura, salinidade, qualidade da água, química, áreas de lazer, legal/político, necessidade/estabelecimento de infraestrutura, segurança e mercado foi importante na análise das áreas propícias à criação do Bijupirá em Cananéia e Ilha Comprida.

A consideração da variável temperatura foi essencial para a análise da viabilidade do empreendimento na região. Liao *et al.* (2004) apontaram como um problema a baixa temperatura durante o inverno no cultivo de Bijupirá nas ilhas Pengu em Taiwan. Segundo Liao *et al.* (2004) o crescimento de Bijupirá é retardado em baixas temperaturas (abaixo de 16°C) e como resultado, o período de cultivo nessas áreas em tanque redes é mais longo (até 17 meses) em relação às áreas ao sul de Taiwan (11-14 meses), onde a faixa de temperatura da água é 23,5-28°C durante todo o ano. Cavalli *et al.* (2011) identificaram, na costa brasileira, as regiões propícias para o cultivo do Bijupirá considerando a temperatura como fator limitante e concluiu que a porção do litoral entre o Estado do Maranhão até o norte da Bahia é altamente recomendada, já a região do sul da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo teria apenas 6 meses propícios para o cultivo da espécie, o que poderia tornar a produção menos competitiva com o nordeste. O mapa de temperatura (Figura 7), considerando a malha amostral utilizada

(241 pontos amostrais colhidos no presente trabalho), demonstra que o máximo desempenho da espécie seria obtido ao norte da área de estudo, região apontada no mapa de salinidade como inadequada. As informações consideradas para temperatura e salinidade no estuário de Cananéia são corroboradas por diversos trabalhos, como Jaworski (2010) e DAEE (2011).

A salinidade é outra variável de importância primária em locais de água mista, na consideração de viabilidade econômica de um empreendimento de maricultura. Barbieri & Doi (2012) relataram que, quanto menor a salinidade, mais tóxica se torna a amônia para juvenis de Bijupirá. Desta forma, o cultivo da espécie seria possível em locais com salinidade acima de 20 e com baixa concentração de amônia. A salinidade ideal para o desenvolvimento do Bijupirá, segundo Chen *et al.* (2009) e Sampaio *et al.* (2010), é de 30. O mapa de salinidade (Figura 4) demonstra que o cultivo é possível no estuário, mas a área costeira seria mais viável devido à maior estabilidade na salinidade.

A qualidade da água, analisada pela presença de coliformes termotolerantes (Figura 2) está relacionada com a viabilidade econômica, ambiental e sanitária. Os níveis de contaminação para algumas áreas do estuário de Cananéia estão acima do recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 para cultivos de bivalves, como concluiu Barbieri *et al.* (2012) ao avaliarem a qualidade microbiológica da água da cultura de ostras comercializadas em Cananéia. Apesar da espécie em estudo não ser um bivalves, optou-se por adotar os parâmetros para tal grupo, visando garantir a manutenção da qualidade de água em áreas de cultivos.

Os fatores químicos visam identificar as áreas que devem ser evitadas para que não haja contaminação e para manter a qualidade do ambiente. O mapa de potencial de poluição (Figura 3), baseado na proximidade de estruturas náuticas, está em consonância com os resultados apresentados no mapa de presença de coliformes termotolerantes. Ambos demonstram que quanto mais próximo aos núcleos urbanizados, maior é o risco de contaminação para o cultivo no caso de acidente. Por outro lado o cultivo intensivo ou em grande escala de Bijupirá em ambientes estuarinos podem causar poluição e alterar negativamente a qualidade da água. Segundo Macleod (2002) a poluição química originada da piscicultura é um impacto ambiental negativo frequentemente citado em trabalhos sobre aquicultura. Na região estuarina de Cananéia uma produção intensiva de organismos que utilizam arraçoamento, poderá causar impacto, caso não exista manejo e gestão adequados.

Áreas de lazer foram analisadas juntamente com a presença de estruturas náuticas (trapiches, rampas e outras estruturas de apoio a embarcações) e rotas de navegação com o objetivo de identificar as áreas onde existe a probabilidade de haver conflitos pelo uso da

área. Todas estas variáveis estão relacionadas ao critério socioeconômico. Áreas mais distantes dos núcleos urbanizados são mais propícias a cultivos, por serem pouco utilizadas para o lazer ou como apoio às atividades náuticas. Ainda com relação aos aspectos socioeconômicos (Figura 11), onde foram avaliados os potenciais conflitos com outras atividades exercidas no estuário, observa-se a viabilidade em toda área, com poucas exceções. Existem ainda outros conflitos pelo uso da área, vinculado à qualidade estética, uma vez que instalado o cultivo pode haver alteração e concorrer pelo uso com outras atividades antrópicas, como citado por Dalton (2004).

Este trabalho analisou os critérios de necessidade/estabelecimento de infra-estrutura, segurança e mercado, o que gerou o mapa logístico (Figura 12). O mapa logístico apontou que a proximidade aos núcleos urbanizados é um fator importante para o sucesso comercial, mas contraria o resultado obtido nas análises ambiental e socioeconômica.

Os mapas socioeconômico e logístico obtidos neste estudo podem ter seu uso expandido para a análise de qualquer outro projeto de maricultura. Para geração do mapa ambiental as variáveis devem ser adaptadas, pois neste estudo analisou-se a área considerando especificamente a bioecologia do Bijupirá.

Miao *et al.* (2009) compararam o custo com insumos da produção de Bijupirá em três escalas <sup>c</sup> (até 10 – pequena escala, de 10 a 30 – média escala, acima de 30 – grande escala) em Taiwan e conclui que quanto maior o empreendimento, menor é o custo de produção. Kaiser *et al.* (2010) na análise do caso hipotético de um cultivo de Bijupirá em mar aberto no Golfo do México concluíram também que a viabilidade econômica do empreendimento depende da escala de produção. Cavalli *et al.* (2011) concluíram que, em função dos elevados investimentos necessários para a implantação e custeio do empreendimento, este só se torna atraente se tiver uma grande escala de produção. Isto sugere que é necessária uma grande disponibilidade de área para que um empreendimento seja economicamente viável, além de considerar os valores ideais das variáveis ambientais para que haja o desenvolvimento ótimo da espécie em questão.

O mapa de indicação das áreas propícias (Figura 13) demonstrou que o cultivo do Bijupirá é viável no ambiente costeiro pela constância na salinidade, porém há de se levar em conta a distância da costa. A logística para o sucesso do empreendimento tem como premissa que quando mais próximo à costa maior é a probabilidade de sucesso devido aos custos na implantação e manutenção de cultivos em mar aberto. Por outro lado, no estuário constatou-se as restrições

impostas pelas categorias das Unidades de Conservação, pelo uso como rotas de navegação, pela temperatura e salinidade, e falta de qualidade microbiológica, fator de extrema importância para a sanidade de um cultivo que visa à produção de alimento.

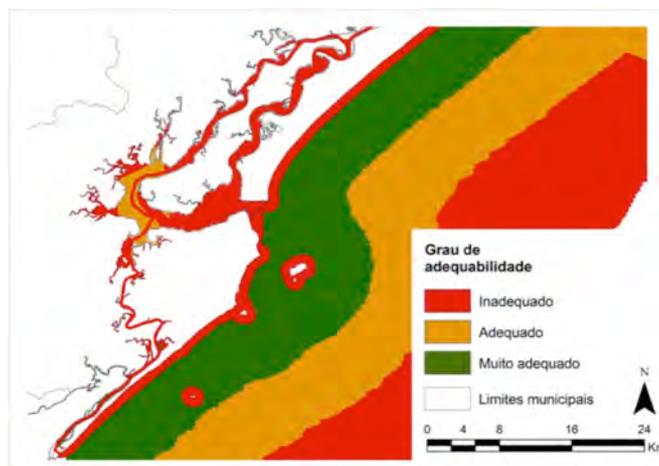


Figura 13 - Mapa final de áreas propícias para o cultivo do Bijupirá.

Figure 13 - Final map of áreas conducive to the Cobia cultivation.

Considerando-se as diversas variáveis analisadas, a análise final inviabilizou o cultivo de Bijupirá no estuário, com exceção da baía de Trapandé e indicou restrições de sazonalidade (temperatura) e logística (distância de áreas de consumo e beneficiamento), para a maricultura de Bijupirá na costa de Cananéia. A maioria dos cultivos de Bijupirá existentes nos países produtores dessa espécie são praticados em áreas marinhas protegidas (Domingues, 2012).

#### 4. Conclusões

O estudo analisou as áreas para o cultivo do Bijupirá na região estuarina e costeira de Cananéia e indicou as restrições existentes.

O uso de SIG demonstrou ser eficaz na avaliação conjunta de variáveis que interferem na viabilidade da maricultura, considerando aspectos ambientais, sócio-econômicos e logísticos.

Concluiu-se pela inviabilidade do cultivo de Bijupirá no estuário de Cananéia, quando se considera as implicações de um cultivo em grande escala.

A ferramenta SIG demonstrou contribuir de forma efetiva, facilitando a tomada de decisão por parte de maricultores e gestores e, se utilizada antes da tentativa da implantação de um Sistema de Informações Geográficas, baseado em banco de dados estruturado, conforme o que foi elaborado no presente estudo representa um avanço metodológico e uma ferramenta de gestão imprescindível em avaliação de viabilidade da maricultura.

<sup>1</sup> Valores em milhões de dólar por m<sup>3</sup> de tanque-rede ou gaiola.

## Appendix

Supporting Information associated with this article is available on-line at [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-538\\_Collaco\\_Supporting-Information.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-538_Collaco_Supporting-Information.pdf)

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a equipe do Núcleo de Desenvolvimento do Litoral do Instituto de Pesca, Antônio Pires e Gilson Calasans e à CAPES/DS, FAPESP e CNPq pelo suporte ao trabalho, à Agência Ambiental da CETESB em Registro e a Fundação Florestal pelo fornecimento de dados.

## Referências

- Alwood, H.L.; Young, S.P.; Tomasso; Smith, T.I.J. (2004) - Resistance of Cobia, *Rachycentron canadum*, juveniles to low salinity, low temperature, and high environmental nitrite concentrations, *Journal of Applied Aquaculture*, 15(3-4):191-195. DOI: 10.1300/J028v15n03\_16
- Arnold, C.R.; Kaiser, J.B.; Hol, G.J. (2002) - Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33(2):205-208. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2002.tb00496.x
- Barbieri, E.; Cavalheiro, F. (2000) - Diagnóstico do impacto ambiental na parte sul da Ilha Comprida (Litoral Sul de São Paulo). *V Simpósio de Ecossistemas Brasileiro: Conservação*, 1:338-348, Vitória, ES, Brasil.
- Barbieri, E.; Doi, S.A. (2012) - Acute toxicity of ammonia on juvenile cobia (*Rachycentron canadum*, Linnaeus, 1766) according to the salinity. *Aquaculture*, 20(2):373-382. DOI: 10.1007/s10499-011-9467-3
- Barbieri, E.; Bondioli, A.C.; Woiciechowski, E.; Zapotoski, S.M.K. (2012) - Microbiological quality of cultivation water used for oysters marketed in Cananéia-SP, Brasil. *O Mundo da Saúde* (ISSN: 0104-7809), 36(4):541-547, Centro Universitário São Camilo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em [http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo\\_saude/97/01.pdf](http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/97/01.pdf)
- Batista, T.V.M. (2011) - *Influência da heterogeneidade de tamanho na sobrevivência, crescimento e canibalismo em juvenis do Bijupirá (Rachycentron canadum)*. 43p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em <http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95107>
- Benetti, D.D.; Orhun, M.R.; Sardenberg, B.; O'Hanlon, B.; Welch, A.; Hoening, R.; Zink, I.; Riveira, J.A.; Denlinger, B.; Bacoat, D.; Palmer, K.; Cavalin, F. (2008) - Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture Research*, 39(7):701-711. DOI 10.1111/j.1365-2109.2008.01922.x
- Bezerra, T.R.Q. (2010) - *Uso de sistemas de informação geográfica na seleção de áreas propícias para a piscicultura marinha no litoral de Pernambuco*. 72p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em <http://www.pgpa.ufrpe.br/Trabalhos/2010/T2010trqb.pdf>
- Bezerra, T.R.Q.; Duarte, C.C.; Domingues, E.C.; Hamilton, S.; Cavalli, R.O. (2011) - Uso de sistemas de informação geográfica na definição de áreas propícias para a piscicultura marinha. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, pp.4856-4863, Curitiba, PR, Brasil. Disponível on-line em <http://urlib.net/rep/3ERPFQTRW/3A5HS3S?ibiurl.language=em>.
- Brandini, F.P.; Silva, A.S.; Poca, K.R.; Veiga, F.A.; Dalallana, R.M. (2007) - Bases conceituais e logísticas de cultivos de moluscos em mar aberto: A experiência do Estado do Paraná, região sul do Brasil. In: G. F. Barroso, L. H. S. Poersch & R. O. Cavalli (orgs.), *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e socioeconômicos*, pp.195-202, Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Briggs, J.C. (1960) - Fishes of world-wide (circumtropical) distribution. *Copeia* (ISSN: 0045-8511), 3:171-180.
- Cavalli, R.O.; Domingues, E.C.; Hamilton, S. (2011) - Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. *Revista Brasileira de Zootecnia* (ISSN: 1806-9290), 40(supl. especial):155-164, Viçosas, MG, Brasil.
- Chen, G.; Wang, Z.; Wu, Z.; Gu, B. (2009) - Effects of salinity on growth and energy budget of juvenile Cobia, *Rachycentron canadum*. *Journal World Aquaculture Society*, 40(3):374-382. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2009.00257.x.
- Chou, R.L.; Su, M.S.; Chen, H.Y. (2001) - Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 193(1-2):81-89. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00480-4.
- CONAMA (2005) - *Resolução CONAMA Nº 357/2005 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Publicada no DOU (Diário Oficial da União) nº 053, de 18/03/2005, pp.58-63, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.
- Dalton, R. (2004) - Aquaculture: Fishing for trouble. *Nature*, 431(7008):502-504. DOI: 10.1038/431502a
- Doi, S. A.; Barbieri, E.; Marques, H. L. A. (2014) - Densidade colimétrica das áreas de extrativismo de ostras em relação aos fatores ambientais em Cananéia (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*. 19(1): 165-171. DOI: 10.1590/S1413-41522014000200007
- FAO (2010) - *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2010*. 219p., Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Itália. ISBN: 978-9253066759. Disponível on-line em <http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s00.htm>
- Farias, E.G.G.; Lorenzetti, J.A.; Maia, L.P.; Gastão, F.G.C.; Bezerra, L.J.C. (2010) - Uso de técnicas de geoprocessamento na identificação de áreas favoráveis ao cultivo de macroalgas marinhas. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* (ISSN: 2175-3008), 5(3):16-27, Repesca, São Luís, MA, Brasil. Disponível on-line em <http://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/299>
- Faulk, C.K.; Holt, G.J. (2006) - Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity. *Aquaculture*, 254(1-4):275-283. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.10.046.
- Freitas, R.R.; Tagliani, C.R.A.; Poersch, L.H.S.; Tagliani, P.R.A. (2009) - Gestão de ambientes costeiros: uso de SIG como apoio a decisão na implantação de fazendas de camarões marinhos, Ilha da Torotama, RS. *Revista da Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 9(3):45-54. DOI: 10.5894/rgci164
- Gazola, F.; Furtado, A.L. (2007) - Bancos de Dados Geográficos Inteligentes. *Monografias em Ciência da Computação, No. 04/07* (ISSN: 0103-9741), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em [ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07\\_04\\_gazola.pdf](ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07_04_gazola.pdf)
- Jaworsk, K.S. (2010) - Caracterização espaço-temporal do sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP) a partir das associações de foraminíferos e tecamebas e suas relações com as variáveis ambientais. 218p., Tese do Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/211133/tde-04082011-163338/pt-br.php>

- Kaiser, J.M.; Yu, Y.; Snyder, B. (2010) - Economic feasibility of using offshore oil and gas structures in the Gulf of Mexico for platform-based aquaculture. *Marine Policy* (ISSN: 0308-597X), 34(3):699-707. DOI: 10.1016/j.marpol.2010.01.002.
- Liao, I.C.; Huang, T.; Tsai, W.; Hsueh, C.; Chang, S.; Leñaño, E.M. (2004) - Cobia culture in Taiwan: current status and problems. *Aquaculture*, 237(1-4):155-165. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.03.007.
- Liao, I.C.; Leñaño, E.M. (eds.) (2007) - *Cobia Aquaculture: Research, Developments and Commercial Production*. 178p., Asian Fisheries Society, Manila, Philippines / Fisheries Society of Taiwan, Keelung, Taiwan / World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA.
- 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(8-9):612-624. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2008.06.010.
- Macleod, M.S. (2002) - *Potential offshore aquaculture siting off Massachusetts: a geographic information systems (GIS) analysis using the examples of Cod (Gadus morhua) and Mussels (Mytilus edulis)*. 85p., Master Thesis, Brown University, Providence, RI, U.S.A. Disponível on-line em [http://www.learningace.com/doc/4663748/b7e290c45fcd4135ce4f20fb59353414/merriellmacleod\\_thesis](http://www.learningace.com/doc/4663748/b7e290c45fcd4135ce4f20fb59353414/merriellmacleod_thesis).
- Miao, S.; Jen, C.C.; Huang, C.T.; Hu, S.H. (2009) - Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. *Aquaculture International*, 17(2):125-141. DOI: 10.1007/s10499-008-9185-7
- Pauly, D.; Christensen, V.; Guénette, S.; Pitcher, T.J.; Sumaila, U. R.; Walters, C.J.; Watson, R.; Zeller, D. (2002) - Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418:689-95. DOI: 10.1038/nature01017.
- Pauly, D.; Hilborn, R.; Branch, T. A. (2013) - Fisheries: Does catch reflect abundance? *Nature*, 494:303-306. DOI: 10.1038/494303a.
- Radiarta, I.N.; Saitoh, S.; Miyazono, A. (2008) - GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. *Aquaculture*, 284(1-4):127-135. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.07.048.
- Resley, M.; Webb, K.; Holt, J. (2006) - Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, 253(1-4):398-407. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.08.023
- Salam, M.A.; Ross, L.G. (1999) - *GIS modelling for aquaculture in south-western Bangladesh: Comparative production scenarios for brackish and freshwater shrimp and fish*. 11p., Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling, Scotland, U.K. Disponível on-line em <http://www.fao.org/fishery/gisfish/servlet/CDSServlet?status=ND0xMTM0LmdmMTAyJjY9ZW4mNjI9YXNjJjYzPWRjdGVybXMlM0Fpc3NlZWQmMzM9YXF1YV9kb2Mmc2hv d0NoaWxkcVUvPXRyZWUmMzc9aW5mbw~>
- Salam, M.A.; Ross, L.G.; Beveridge, C.M.M. (2003) - A comparison of development opportunities for crab and shrimp aquaculture in southwestern Bangladesh, using GIS modelling. *Aquaculture*, 200(1-4):477-494. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00619-1
- Sampaio, L.A.; Tesser, M.B.; Júnior, W.W. (2010) - Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinocultura marinha. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(supl.):102-111. DOI: 10.1590/S1516-35982010001300012
- Sanches, E.G.; Seckendorff, R.W.V.; Henriques, M.B.; Fagundes, L.; Sebastini, E.F. (2008) - Viabilidade econômica do cultivo do Bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema offshore. *Informações Econômicas* (ISSN: 0100-4409), 38(12):143-152, São Paulo, SP, Brasil.
- Sanches, E.G.; Tosta, G.A.M.; Souza-Filho, J.J. (2013) - Viabilidade econômica da produção de formas jovens de bijupirá (*Rachycentron canadum*). *Boletim do Instituto de Pesca* (ISSN: 0046-9939), 39(1):15-26, Instituto de Pesca, Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em [ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/39\\_1\\_15-26.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/39_1_15-26.pdf)
- Scott, P. (2003) - *GIS and remote sensing based models for the development of aquaculture and fisheries in the coastal zone: a case study in Baía de Sepetiba, Brazil*. 243p., PhD thesis, University of Stirling, Stirling, USA. Disponível on-line em <http://dspace.stir.ac.uk/handle/1893/1502>.
- Scott, P.; Vianna, L.F.N. (2001) - Determinação de áreas potenciais para o desenvolvimento da carcinocultura em sistemas de informações geográficas. *Panorama da Aqüicultura* (ISSN: 1519-1141), 63(1):1-5, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em [http://www.fao.org/fishery/gisfish/cds\\_upload/1142947908562\\_Scott\\_Vianna\\_2001\\_152.pdf](http://www.fao.org/fishery/gisfish/cds_upload/1142947908562_Scott_Vianna_2001_152.pdf)
- Shaffer, R.V.; Nakamura, E.L. (1989) - *Synopsis of biological data on the Cobia Rachycentron canadum (Pisces: Rachycentridae)*. 153p., NOAA Technical Report NMFS 82 / FAO Fisheries Synopsis, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Marine Fisheries Service (NMFS), Silver Spring, MD, U.S.A. Disponível on-line em <http://spo.nmfs.noaa.gov/tr82opt.pdf>
- Silva, C.; Ferreira, J.G.; Bricker, S.B.; Delvalls, T.A.; Martin-Diaz, M.L.; Yanez, E. (2011) - Site selection for shellfish aquaculture by means of GIS and 3
- on canadum (Linnaeus, 1766) em cercados instalados em viveiros escavados*. 75p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil. Disponível on-line em <http://www.mevtropical.ufba.br/arquivos/dissertacoes/2009/tostagam.pdf>
- Vianna, L.F.N. (2007) - Métodos determinísticos ou probabilísticos de representação e análise espacial de dados para seleção de sítios em sistemas de informações geográficas? O exemplo da maricultura em Santa Catarina. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pp.3195-3202, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.10.19.18/doc/3195-3202.pdf>.



Revista de **GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA**  
*Journal of **INTEGRATED COASTAL ZONE MANAGEMENT***



**CIMA**

