

Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal
Zone Management

Volume 19(3): September 2019

ISSN 1646-8872



Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal
Zone Management



Volume 19, Issue 3 September 2019

Editorial Board

Francisco Taveira Pinto
Editor-in-Chief
<fpinto@fe.up.pt>

Paulo Rosa-Santos
Associate Editor
<pjrsantos@fe.up.pt>

Marcus Pollete
Section Editor
<mpollete13@gmail.com>

Marinez Scherer
Section Editor
<marinezscherer@gmail.com>

André Fortunato
Section Editor
<afortunato@lnec.pt>

Carlos Coelho
Section Editor
<ccoelho@ua.pt>

José Pinho
Section Editor
<jpinho@civil.uminho.pt>

Tiago Ferradosa
Section Editor
<tferradosa@fe.up.pt>

Guillermo Jorge Villalobos Zapata
Section Editor
<gvillal@uacam.mx>

RGCI/JICZM (ISSN: 1646-8972) is published quarterly
by an editorial pool composed by APRH, FEUP, CIMA, UNIVALI, UFRN, UPORTO and IUC
Correspondence: aprh@aprh.pt

Publishers

Editorial consortium comprising:

- APRH - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal.
e-mail: aprh@aprh.pt. web page: <http://www.aprh.pt>
- CIMA - Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Edifício 7, Campus Universitário de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal.
e-mail: cima@ualg.pt. web page: <http://www.cima.ualg.pt>
- UNIVALI - Universidade do Vale do Itajaí, Rua Uruguai, 458 - Centro, Itajaí, SC, 88302-901, Brazil
web page: <http://www.univali.br>
- UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caixa Postal 1524, Natal, RN, 59078-970 Brazil
web page: <https://www.sistemas.ufm.br>
- FEUP/UPORTO - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto Portugal. web page: https://sigarra.up.pt/feup/pt/web_page.inicial
- IUC - Imprensa da Universidade de Coimbra, Rua da Ilha, nº 1, 3000-214 Coimbra
e-mail: impressauc@ci.uc.pt. web page: http://www.uc.pt/impressa_uc

Secretariat

Ana Estêvão (APRH), André Cardoso (APRH)

Copy editing

Francisco Taveira Pinto, Paulo Rosa Santos, Tiago Ferradosa

Formatting and pagination

André Cardoso (APRH)

Web page

André Cardoso (APRH)

SciELO DTD markup

André Cardoso (APRH)

Cover design

Flatland Design

ISSN: 1646-8872

Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal Zone Management

19(3) – September 2019

Table of Contents

Articles

Carlos F.A. Soares Junior; Sharliane D. D'Almeida Arruda; George S.S. Freire; Eldemar de A. Menor; Inácio O.L. Neto; Claudia W.P. de Lira

Determinação da área não edificante e classificação da vulnerabilidade erosiva costeira das praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icarai, Município de Caucaia, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil..... 145-156

Marcela Timbó; Melanie Lopes da Silva; Rebeca de Oliveira Castro; Fábio Vieira de Araújo
Diagnóstico da percepção ambiental dos usuários das praias de Itaipu e Itacoatiara quanto à presença de resíduos sólidos..... 157-166

Gabriel Leuzinger Coutinho; João Nildo de Souza Vianna; Maria Amélia de Paula Dias
Desafios ambientais para a interligação das ilhas de Cabo Verde por cabos de energia submarinos..... 167-179

Emerson Campos Barbosa Júnior; Fabio Luís Galvão da Silva; Verena Henschen Meira; Karla Morato; Enée Gottschalk; Gabriela de la Rosa; Yuri Costa
The influence of small human settlements on marine litter in the northeast coast of Brazil..... 181-193

Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal Zone Management

Determinação da área não edificante e classificação da vulnerabilidade erosiva costeira das praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icaraí, Município de Caucaia, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil

Determination of non-buildable area and coastal erosion vulnerability classification of the beaches of Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco and Icaraí, in the Municipality of Caucaia, State of Ceará, Northeast Brazil

Carlos F.A. Soares Junior^{@, 1}, Sharliane D. D'Almeida Arruda², George S.S. Freire³, Eldemar de A. Menor⁴, Inácio O.L. Neto⁵ & Claudia W.P. de Lira⁶

@ Autor para contato: nandosoares@hotmail.com

1 Departamento de Geologia, Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada – LGMA, Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus Universitário do Pici, Av. Humberto Monte, s/n, Bloco 912. CEP 60455-760 – Fortaleza - CE. Endereço eletrônico: nandosoares@hotmail.com.

2 Programa de Pós-Graduação em Geociências, Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha – LGGM. Centro de Tecnologia e Geociências – CTG, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Av Acadêmico Helio Ramos s/n Cidade Universitária, CEP 50670-901 – Recife - PE.

Endereço eletrônico: sharliane8@gmail.com.

3 Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada – LGMA, Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus Universitário do Pici, Av. Humberto Monte, s/n, Bloco 912. CEP 60455-760 – Fortaleza - CE. Endereço eletrônico: clau_wlira@hotmail.com.

4 Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada – LGMA, Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus Universitário do Pici, Av. Humberto Monte, s/n, Bloco 912. CEP 60455-760 – Fortaleza - CE. Endereço eletrônico: menor@terra.com.br.

5 Departamento de Geologia, Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada – LGMA, Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus Universitário do Pici, Av. Humberto Monte, s/n, Bloco 912. CEP 60455-760 – Fortaleza -CE. Endereço eletrônico: inacioneto20@msn.com.

6 Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada – LGMA, Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus Universitário do Pici, Av. Humberto Monte, s/n, Bloco 912. CEP 60455-760 – Fortaleza - CE. Endereço eletrônico: clau_wlira@hotmail.com.

RESUMO: A importância do estudo da vulnerabilidade erosiva costeira, a área em que é observada e a razão da crescente urbanização, justificam ações preventivas para área de transição entre o meio marinho e continente. Delimitar áreas não edificantes é fundamental para limitar atividades antrópicas que promovam impactos negativos nesse domínio. O objetivo deste trabalho é determinar a área não edificante e avaliar a vulnerabilidade à erosão costeira das praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icarai. Essas praias possuem aproximadamente 11 km de extensão e são ambiental e economicamente estratégicas. Apesar da existência de normas que regem atualmente a ocupação das zonas costeiras, regulamentadas pela lei estadual, grande parte das áreas costeiras do Ceará já tinham sido precedentemente ocupadas durante a rápida expansão urbana verificada nas últimas décadas. Dessas circunstâncias históricas resultam sérios problemas ambientais, de erosão costeira, com perda do patrimônio paisagístico e construído. Assim, para os casos em estudo, foi efetuado o cálculo de retrogradação visando a determinação de áreas não edificantes, a partir da Lei de Bruun. Os parâmetros considerados foram a elevação do nível do mar, a largura e a altura do perfil ativo da praia. A previsão da elevação do nível do mar considerou os cenários denominados de Representative Concentration Pathways (RCP), RCP 2.6 e RCP 8.5, indicados no Quinto Relatório de Avaliação (AR5), publicado pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). O cálculo considerou os parâmetros mínimo e máximo de cada um dos cenários. Para a classificação do grau de vulnerabilidade à erosão costeira, foi seguida a classificação proposta por Dal Cin & Simeoni (1994), que indicam três graus de vulnerabilidades: baixo – praias bem desenvolvidas, sem obras de contenção; médio – com obras de fixação na área de pós-praia; alto – praia reduzida, sem área de pós-praia e forte presença de obras de proteção. Os resultados indicaram alta vulnerabilidade costeira nas praias estudadas. Além disso, o cálculo de retrogradação comprovou que todas as praias só estariam protegidas em um dos cenários previstos, no cenário RCP 2.6, parâmetro mínimo. No cenário RCP 2.6, parâmetro máximo e RCP 8.5, parâmetros mínimo e máximo, a área não edificante atual é insuficiente para garantir a preservação das praias. Deste modo, observa-se a necessidade da expansão dos limites da área não edificante, em comparação com os adotados atualmente.

Palavras-chave: Zona costeira; Vulnerabilidade; Erosão marinha.

ABSTRACT: *The importance of the study of the coastal erosion vulnerability, the area in which it is observed and the reason for the increasing urbanization, justifies preventive actions for the transition area between the marine environment and the continent. It is fundamental to delimitate non-buildable areas in order to restrict human activities that may jeopardize such environments. Thus, the purpose of this work is to determine the non-buildable area and to classify the coastal vulnerability to erosion of the beaches of Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco and Icarai. These beaches have an overall length of approximately 11km and are both environmentally and economically strategic. However, they have suffered from severe environmental issues such as coastal erosion, with loss of landscape and built patrimony. Therefore, the retrograding calculations were made in order to determine the non-buildable area according to the Bruun Rule. The parameters taken into account were: sea level rise, active profile width and active profile height. The forecast for sea level rise considered the Representative Concentration Pathways (RCP) scenarios, RCP 2.6 and RCP 8.5, indicated in the Fifth Assessment Report (AR5), publicized by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The calculation considered the minimum and maximum parameters of each scenario. The coastal vulnerability classification was made according to development level, fragility or beach reduction. Results indicated high coastal vulnerability in the studied beaches. In addition, the retrograding calculations proved that all beaches would only be protected under the RCP 2.6 scenario with minimum parameters. In the RCP 2.6 with maximum parameters and RCP 8.5 with minimum and maximum parameters, the current non-buildable area is not sufficient to grant the preservation of the beaches. So, the study has shown that the non-buildable area should be greater than the current one.*

Keywords: Coastal zone; Vulnerability; Marine erosion.

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira é um ambiente dinâmico e complexo, bastante vulnerável, composta por sistemas distintos como: praias, dunas, planícies costeiras, ilhas barreiras, lagunas, estuários, deltas, mangues, marismas, costões rochosos e recifes (Nicolodi e Zamboni, 2008). Segundo Bates e Jackson (1987), a zona costeira é definida como uma faixa de terra cuja largura é variável, com uma extensão que vai desde a linha de maré baixa até à primeira grande mudança percebida nas feições da paisagem no interior do continente. De acordo com o Ministério de Meio Ambiente a Zona Costeira (ZC) brasileira, conforme Dec. Nº 5300/04, Lei Federal nº 7.661/88, considera uma faixa territorial para efeitos de gestão ambiental e, no parágrafo 4º do art. 255 da Constituição Federal, é considerada como patrimônio nacional. Essas áreas são espaços estratégicos, sofrem influência de processos naturais e antrópicos, estando sujeitas à degradação ocasionada, geralmente, pela exploração dos seus recursos naturais, pela ocupação desordenada e pela diversidade de uso (Brasil, 2006).

A zona costeira desempenha diferentes papéis, dentre os quais se destaca o papel de permitir o desenvolvimento socioeconômico através de seus recursos naturais (Alfredini, 2005). É uma área que apresenta uma diversidade socioeconômica e uma valorização do uso do solo intensa devido às diferentes paisagens e às riquezas naturais que apresentam. Nas últimas décadas, os recursos naturais e as paisagens da zona costeira foram sistematicamente explorados pelo homem; cerca de 10% da população mundial está fixada em áreas da zona costeira abaixo de 10 m de altitude (Mcgranahan *et al.*, 2007). O contingente populacional que reside na zona costeira cresce mundialmente. No Brasil, praticamente metade da sua população reside a menos de 200 km da costa e, aproximadamente, um terço da população brasileira habita à beira-mar (Brasil, 2006).

A pressão antropogênica, associada ao aumento do nível do mar (NM), podem gerar mudanças ambientais em orlas litorâneas. Muehe (2004) assinala retrogradações em costas rochosas, erosão generalizada em falésias, praias arenosas ou com seixos, além de inundação em litorais lamosos ou pantanosos, costas baixas e manguezais em geral. Assim, as praias em estudo, caracterizadas como de costa arenosa, respondem ao aumento do NM através de marcada erosão costeira.

A erosão costeira é um fenômeno onde a linha de costa sofre retrogradação, recuando em direção ao continente. Esse fenômeno não indica a destruição da praia, o problema consiste na ocupação desordenada que desconhece, ou mesmo não respeita, a condição variável da linha de costa.

Trata-se de um problema grave que, de forma geral, afeta o litoral Brasileiro. Muitas são as causas atribuídas a este fenômeno, podendo ser de natureza antropogênica ou ter causas naturais (Brasil, 2006), ou ainda resultar da conjugação de ambas. Na maioria dos casos, a combinação de ambas é fator preponderante para o processo erosivo. As causas antropogênicas estão, em sua maioria, relacionadas com a construção de barragens, exploração indiscriminada de dunas ou da faixa de praia, para a construção de aterros, portos ou obras civis de outra natureza. Por sua vez, as causas de origem natural estão vinculadas, geralmente, ao aumento do NM, o qual interfere no estado de equilíbrio das praias, através da perda de sedimentos e recuo da linha de costa.

As áreas litorâneas do Estado do Ceará caracterizam-se pela prática do veraneio marítimo, especialmente aquelas pertencentes à região metropolitana de Fortaleza, como ocorre no município de Caucaia (Silva *et al.*, 2006). Neste caso, o veraneio marítimo contribuiu para uma expansão urbana associada à construção de 6.540 novas residências (Silva *et al.*, 2006). Além disso, promoveu a construção de condomínios voltados ao lazer, restaurantes e barracas de praia. Essa ocupação antropogênica não considerou os atributos paisagísticos e ambientais, sendo portanto áreas que não deveriam conter edificações.

Em Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icarai percebe-se um processo de erosão costeira acentuado, com perda de patrimônio paisagístico e área de recreação.

A classificação das praias em estudo ratifica os problemas socioeconômicos e ambientais da área. A orla do município de Caucaia foi classificada em orla classe B e orla classe C (Moura, 2012). A orla classe C, composta pelas praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icarai, aqui estudadas, apresentou médio a alto adensamento populacional, alto adensamento construtivo e paisagem significativamente antropizada (Moura, 2012). As praias em estudo perderam quase que completamente o seu patrimônio paisagístico, e o seu patrimônio construído apresenta-se ameaçado pela erosão costeira.

Minimizar os efeitos da erosão costeira é um desafio para as sociedades e, portanto, torna-se urgente desenvolver mecanismos de adaptação a esses fenômenos, porque sua incidência promove impactos socioeconômicos negativos. Além disto, provoca mudanças ambientais graves, como o recuo da linha de costa, redistribuição de sedimentos, perda do patrimônio paisagístico e do patrimônio construído, e prejuízo à recreação.

Estabelecer limites legais de ocupação nas áreas de transição entre os ambientes marinho e continental é fundamental para o controle e restrição de atividades que possam gerar impactos ambientais. No Brasil, o limite conhecido, atualmente, refere-se aos terrenos da

Marinha do Brasil, a quem pertencem 33 m medidos em direção à retroterra a partir da preamar de sizígia, medida no ano de 1831 (Decreto Lei N° 3.438, de 17 Julho 1941). Este limite é de difícil determinação e, em muitas regiões, a largura de 33 m não é suficiente para garantir a preservação litorânea. Assim sendo, este trabalho tem o objetivo de determinar a área não edificante, e classificar a vulnerabilidade à erosão costeira. No caso das praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icarai, no estado do Ceará.

A área não edificante foi determinada através do cálculo de retrogradação, segundo a Lei de Bruun (1962). Os parâmetros adotados foram a elevação do nível médio da água do mar (NM), a largura e a altura do perfil ativo da praia, além do uso da constante da proporção do material erodido que se mantém no perfil ativo, que, por ser de difícil determinação, foi considerada igual a 1 (um).

Os dados utilizados dividem-se em: dados locais, como a linha de preamar máxima atual, a hidrodinâmica da área, a batimetria e a altitude da costa; e dados globais, como a previsão para o aumento do NM indicada no Quinto Relatório de Avaliação – AR5, publicado pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), em 2013.

O AR5 prevê quatro cenários denominados de Representative Concentration Pathways – RCP. Esses cenários foram determinados considerando as possíveis trajetórias para o futuro climático, com base, principalmente, nos gases de efeito estufa. A vulnerabilidade à erosão foi classificada segundo critérios que avaliam o desenvolvimento, fragilidade ou redução da praia.

Os resultados obtidos indicaram alta vulnerabilidade em ambas as praias. O cálculo de retrogradação da linha de costa para o cenário RCP 2.6, parâmetro mínimo, indicou cota de 19,47 m de retrogradação. Neste caso, a praia não apresenta risco ambiental, pois o recuo de 33 m é suficiente para garantir a preservação ambiental da praia. Entretanto, o parâmetro máximo do mesmo cenário e os parâmetros mínimo e máximo do cenário RCP 8.5, apresentaram recuos maiores que 33 m, indicando risco ambiental.

2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na região nordeste do Brasil, planície litorânea do Estado do Ceará, Região Metropolitana de Fortaleza, município de Caucaia, e abrange parte das localidades praianas de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icarai (Fig. 1). É limitada a Oeste pela lagoa da Barra Nova e a leste pela praia de Dois Coqueiros, perfazendo uma área total de 10,80 km².

As praias distam, aproximadamente, 20 km da capital

Fortaleza. O acesso à área é feito a partir da capital do Estado do Ceará, cidade de Fortaleza, pela Avenida Castelo Branco, seguindo pela ponte José Martins Rodrigues, sobre o rio Ceará, e Avenida Ulisses Guimarães, até chegar à CE-090. Outro trajeto dá acesso às praias: neste caso, deve-se seguir pela Avenida Bezerra de Menezes e BR-222 até a CE-085 (Rota do Sol Poente) e CE-090.

A área em questão apresenta temperatura média anual entre 26° e 28°C, com uma precipitação média anual de 1.243,2 mm e períodos de precipitação concentrados, principalmente, no período de janeiro a maio, devido à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Os tipos climáticos presentes no município são: tropical quente semiárido brando, tropical quente sub úmido e tropical quente úmido (IPECE, 2013).

O regime de ventos tem no período de inverno e primavera um predomínio dos ventos alísios do SE, no outono e verão há um predomínio dos ventos E, com ocorrências de SE, NE e NW em menor percentagem. As praias estão inseridas no complexo vegetacional da zona litorânea e na bacia metropolitana (IPECE, 2013), e sofrem forte influência do Rio Ceará e da Lagoa da Barra Nova.

3. MÉTODOS

A zona não edificante corresponde ao domínio do patrimônio natural, determinando o espaço necessário para que as alterações da linha de costa (retrogradação) possam acontecer sem afetar patrimônio construído, nem as características recreativas da praia.

Para efeito de cálculo de retrogradação da linha de costa, devido à diferença de altitude da costa (setor 1 = 15 m e setor 2 = 12 m), a área foi dividida em dois setores (Fig. 2). Setor 1 abrange as praias do Icarai, Pacheco e Iparana, localiza-se entre o rio Barra Nova e o limite com a praia de Dois Coqueiros, isto é, entre as coordenadas 535550m E, 9595565m N (P1) e as coordenadas 543271m E, 9592420m N (P2) (Fig. 2). O setor 2, localiza-se na praia de Dois Coqueiros, entre as coordenadas 543271m E, 9592420m N (P2); e 545514m E, 9592031m N (P3) (Fig. 2).

A metodologia adotada para o estabelecimento de área não edificante foi baseada na Lei de Bruun (1962), sendo usualmente empregue no cálculo de área não edificante em praias arenosas.

$$R = \frac{SLG}{H} \quad (1)$$

em que R representa a retrogradação, ou seja, o recuo erosivo da linha de costa resultante do aumento do nível do mar; S a elevação do nível do mar, L a largura do

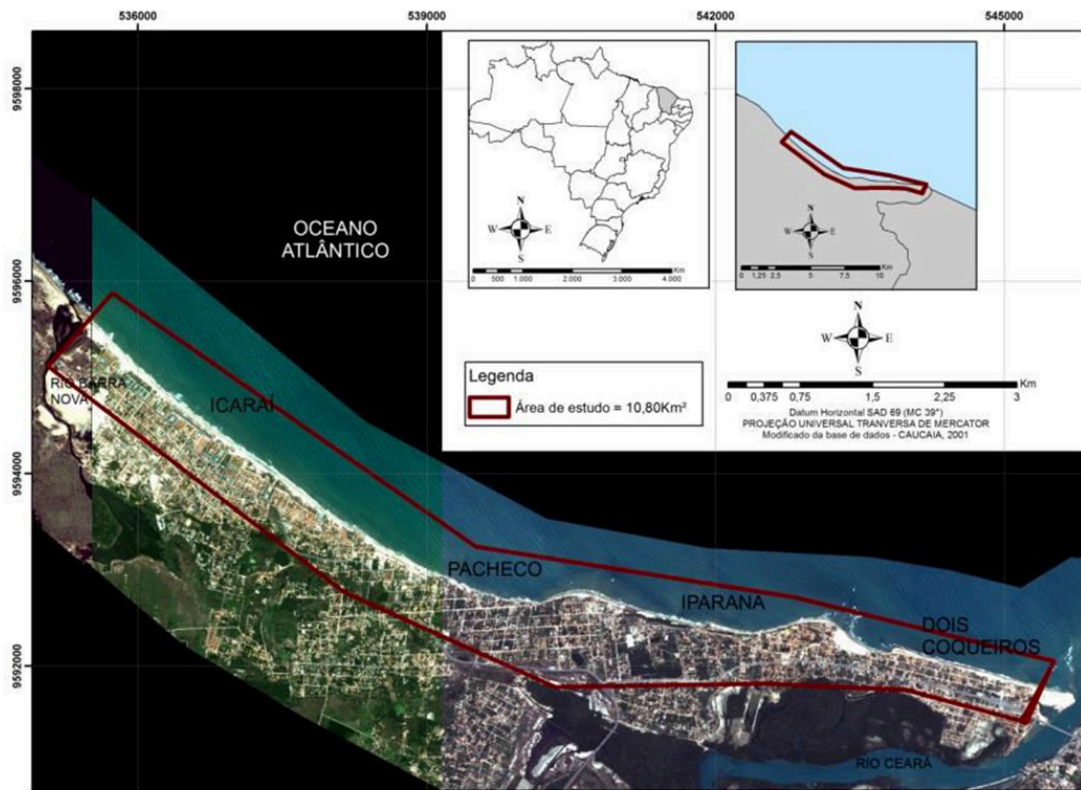


Figura 1: Localização das praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icarai – Município de Caucaia – Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará – Brasil.

Figure 1: Location of the beaches of Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icarai – Município de Caucaia – Metropolitan Region of Fortaleza – Ceará – Brasil.

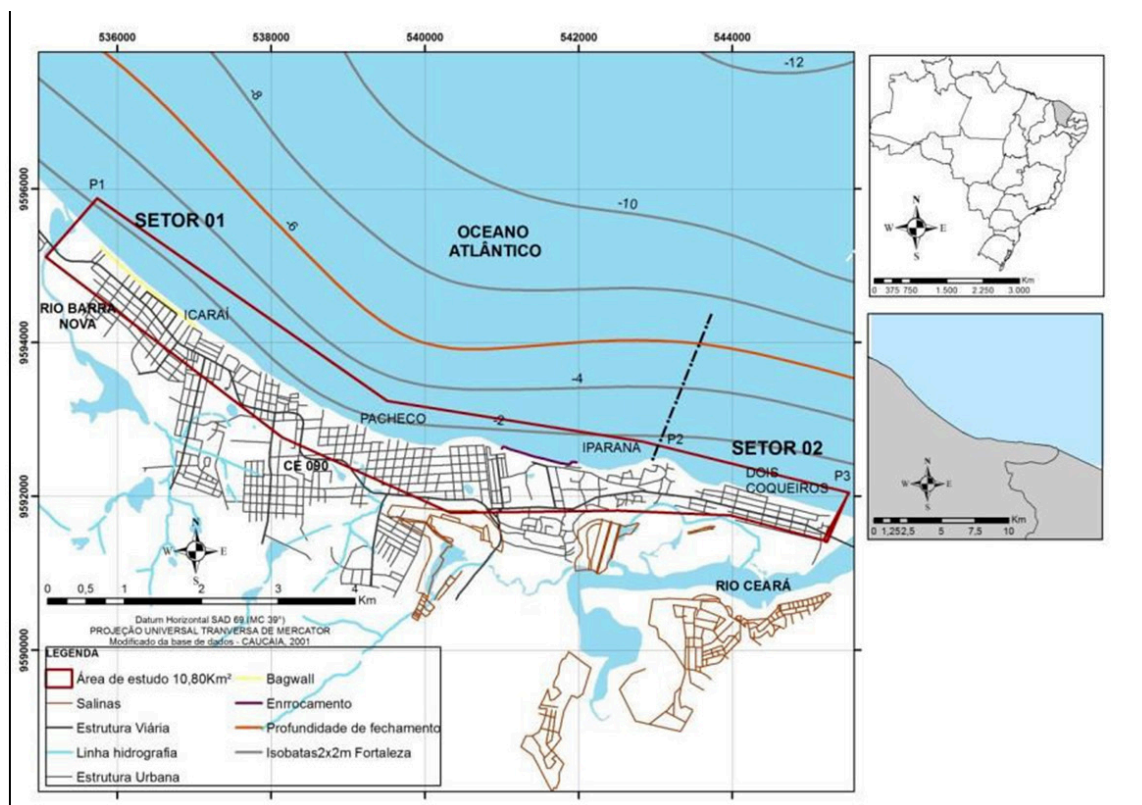


Figura 2. Mapa de setores de retrogradação.

Figure 2. Map of downgrading sectors.

perfil ativo da praia, ou seja, a, distância entre a altitude da linha de costa (h) e a profundidade de fechamento (d_f) anual de Birkemeier (1985), medida no mapa batimétrico; H a altura do perfil ativo da praia que resulta da soma da feição emersa ativa na área com a profundidade de fechamento calculada ($h + d_f$), e G a proporção de material erodido que se mantém no perfil ativo (representa o volume de sedimentos libertados por efeito da erosão e mantido no perfil). Como o volume é de difícil avaliação, não foi considerado na análise.

Para a aplicação da expressão acima, Lei de Bruun (1962), foi necessária a aquisição de dados referentes ao aumento do nível médio do mar, bem como a captação de dados referentes à área.

Para a elevação do nível do mar (S), foram utilizados os dados contidos no Quinto Relatório de Avaliação (AR5), publicado pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2013). O AR5 apresenta quatro diferentes cenários para a elevação do nível médio da água do mar, denominados de *Representative Concentration Pathways* (RCP). São cenários possíveis para o futuro climático, a depender da concentração dos gases de efeito estufa, sendo eles: RCP 2.6, com aumento do nível do mar entre 0,26 m e 0,55 m; RCP 4.5, com aumento entre 0,32 m e 0,63 m; RCP 6.0, com aumento entre 0,33 m e 0,63 m; e RCP 8.5, com aumento entre 0,45 m e 0,82 m.

Dentre os quatro cenários referidos no relatório, foram escolhidos dois para o cálculo de retrogradação: o cenário RCP 2.6 (otimista) e o RCP 8.5 (pessimista). A escolha teve como objetivo utilizar cotas para o aumento do nível do mar que abrangessem boa parte dos cenários descritos pelo IPCC (2013). Cada um dos cenários é composto por dois parâmetros, mínimo, 0,26 m (RCP 2.6) e 0,45 m (RCP 8.5), e máximo 0,55 m (RCP 2.6) e 0,82 m (RCP 8.5) (Tab.1).

Tabela 1. Cenários considerados para o aumento do nível do mar segundo (IPCC, 2013).

Table 1. Scenarios considered for the rise in the sea level (IPCC, 2013).

	CENÁRIO RCP 2.6 OTIMISTA	CENÁRIO RCP 8.5 PESSIMISTA
Mínimo (m)	0,26	0,45
Máximo (m)	0,55	0,82

Para o cálculo da largura do perfil ativo (L) foi necessário utilizar os dados de altitude da costa (h), profundidade de fechamento (d_f) e os dados batimétricos da área. A altitude da costa foi obtida a partir da carta do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, onde o setor 1 apresenta altitude (h) de 15 m e o setor 2 (h) de 12 m.

A profundidade de fechamento foi calculada a partir

da hidrodinâmica das ondas. Os dados hidrodinâmicos utilizados estão apresentados na tabela 2 e foram confrontados com os dados fornecidos pelo Porto do Pecém, com os dados obtidos através do site do Centro de Previsões do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE).

Os dados utilizados são originários do ondógrafo direcional do tipo Waverider, instalado na proximidades do Porto do Pecém, na isóbata de 18m e referem-se ao período de 1997 a 1999.

Tabela 2. Dados hidrodinâmicos (LIMA, 2002).

Table 2. Hydrodynamics data (Lima, 2002).

H_s (m)	1,45
T (s)	7,82
σ (m)	0,29

A profundidade de fechamento (d_f), ou limite litorâneo, é definida como a profundidade limite do movimento dos sedimentos do fundo marinho, por ação das ondas. Esse movimento é oscilatório e promove o retrabalhamento da topografia de fundo. A profundidade de fechamento foi determinada a partir da equação empírica de Hallermeier (1981).

$$d_f = 2H_s + 11\sigma \quad (02)$$

em que d_f representa a profundidade de fechamento do perfil (limite litorâneo da área), H_s a altura de onda significativa média anual; e σ o desvio padrão anual médio das alturas de ondas significativas).

A profundidade de fechamento (posicionamento do limite litorâneo) calculada (d_f) foi de 6,1 m (Fig. 3).

Os dados batimétricos utilizados foram cedidos pelo Laboratório de Geologia Marinha Aplicada (LGMA/UFC). A coleta dos dados foi realizada por meio do equipamento Chartplotter, modelo GPSMAP 520s da GARMIN (composto por uma sonda com transdutor de dupla frequência – 50/ 200kHz, amplitude de feixe entre 10 e 40° e uma profundidade máxima de 457m), e um GPS 72H – GARMIN.

A altura do perfil ativo foi calculada através do somatório da altitude da costa com a profundidade de fechamento ($h + d_f$).

A linha de preamar máxima atual utilizada no cálculo foi determinada pelo Laboratório de Geologia Marinha Aplicada (LGMA/UFC), substituindo a linha de preamar estabelecida em 1831. A aquisição da linha de preamar máxima considerou o deslocamento e monitoramento

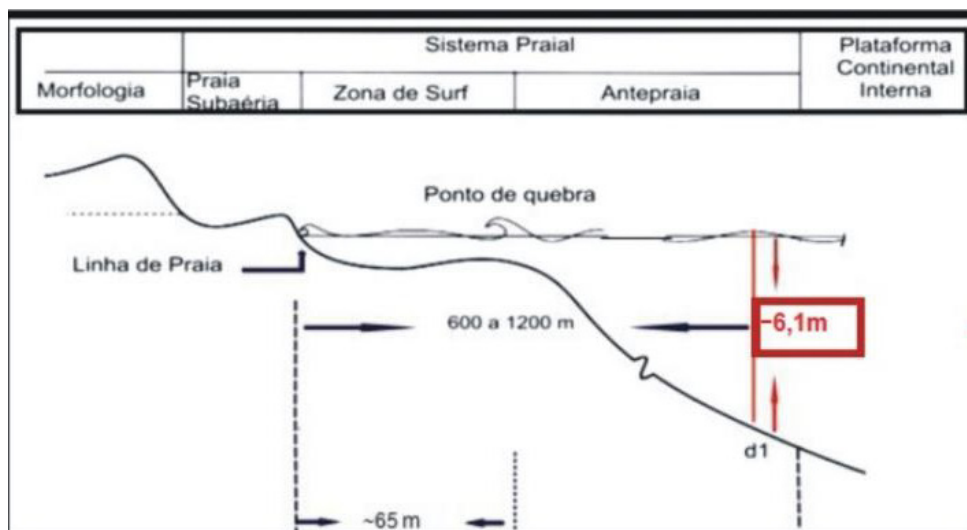


Figura 3. Perfil com o posicionamento do limite litorâneo ($d_l = -6,1$ m) (Adaptado de Short, 1999).

Figure 3. Profile with the positioning of the coastal limit ($d_l = -6,1$ m) (Adapted from Short, 1999).

das feições morfológicas da praia, escarpas de berma, linha de vegetação e estruturas urbanas, e foi efetivada através de rastreamento por GPS, sendo utilizado o método relativo estático.

Para efeito de classificação dos recuos obtidos através da Lei de Bruun (Brunn, 1962), considerando os dois setores estabelecidos a partir dos cenários RCP 2.6 (otimista) e RCP 8.5 (pessimistas), foram utilizados os valores de referência apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros de classificação da retrogradação

Table 3. Parameter for the classification of downgrading

Pequena retrogradação	Até 33 m
Média retrogradação	33 m > 50 m
Grande retrogradação	Acima de 50 m

O grau de vulnerabilidade costeira de um ambiente litorâneo é função do deslocamento, equilíbrio e características da linha de costa. Muitos são os autores que trabalham a vulnerabilidade costeira, como Dal Cin e Simeoni (1994), Souza e Suguio (2003) e Lins de Barros (2005). Para efeito de classificação da vulnerabilidade neste trabalho, adotou-se a classificação descrita por Dal Cin e Simeoni (1994), onde: baixa vulnerabilidade refere-se a praias bem desenvolvidas, sem obras de contenção; média vulnerabilidade diz respeito a praias de frágil estabilidade, com obras de fixação na área de pós-praia; e alta vulnerabilidade indica praias reduzidas, sem área de pós-praia, com forte presença de obras de proteção costeira e ocupação desordenada.

4. RESULTADOS

O setor 1 localiza-se entre o rio Barra Nova e a praia de Iparana, entre as coordenadas 535550m E e 9595565m M, coordenada 543271m E, 9592420m N. Este setor possui uma extensão aproximada de 8,7 km e uma altitude média de 15 m. Os parâmetros para o cálculo de retrogradação estão descritos na tabela 3 e o cálculo está exposto na tabela 4.

Tabela 4. Retrogradação estimada para o setor 1

Table 4. Downgrading estimated for sector 1

CENÁRIO OTIMISTA mínimo máximo			CENÁRIO PESSIMISTA mínimo máximo		
S (m)	0,26	0,55	S (m)	0,45	0,82
L (m)	1580		L (m)	1580	
H (m)	21,1		H (m)	21,1	
G	1		G	1	
R (m)	19,47	41,18	R (m)	33,70	61,40

O setor 1 (Fig. 4) apresentou pequena retrogradação apenas quando é considerado o parâmetro mínimo do cenário otimista, conforme valor calculado de 19,47 m. Esse valor indica que o setor estaria protegido se aplicado o limite dos terrenos da marinha, empregado hoje, cujo valor é de 33 m. Contudo, no mesmo cenário, considerando o valor máximo, e no cenário pessimista, considerando o parâmetro mínimo, em relação ao aumento do nível médio do mar, a retrogradação é classificada como média com valores de 41,18 m e 33,70 m, respectivamente. O valor para área não edificante determinado por lei de 33 m, é então, insuficiente para proteção da área.

Para o valor máximo do cenário pessimista, a retrogradação é classificada como grande, ($R=61,40$ m), estando essa área em sério risco, pois o parâmetro legal para a definição da área não edificante igual 33 m, é insuficiente para a preservação da área.

O setor 2 localiza-se entre as coordenadas 543271m E, 9592420m N e 545514m E e 9592031m N, e engloba a praia de Dois Coqueiros. Este setor possui uma extensão aproximada de 2,5 km e uma altitude média de 12 m. Os parâmetros usados no cálculo de retrogradação e os valores obtidos estão descritos na tabela 5.

O setor 2 (Fig. 5) apresenta pequena retrogradação quando analisado o parâmetro mínimo do cenário otimista, sendo o valor calculado de 26,57 m. Neste caso o setor 2 pode considerar-se protegido se aplicado o limite dos terrenos da marinha, parâmetro utilizado atualmente, cujo valor é de 33 m. Apesar disso, no mesmo cenário, se for observado o parâmetro máximo, de valor 56,21 m, a retrogradação é considerada grande. Para o cenário pessimista, se for observado o mínimo, em relação ao aumento do nível do mar, a retrogradação é classificada como média, pois o valor de 45,99 m está entre 33 m e 50 m. Entretanto, se for considerado o valor máximo, igual a 83,81 m, a retrogradação será considerada grande.

Tabela 5. Parâmetros para a retrogradação referente ao setor 2.

Table 5. Parameters for the downgrading of sector 2.

CENÁRIO OTIMISTA (IPCC, 2013)			CENÁRIO PESSIMISTA (IPCC, 2013)		
	mínimo	máximo		mínimo	máximo
S (m)	0,26	0,55	S (m)	0,45	0,82
L (m)	1850		L (m)	1850	
H (m)	18,1		H (m)	18,1	
G	1		G	1	
R (m)	26,57	56,21	R (m)	45,99	83,81

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conclui-se que, a área definida pelo setor 1 é predominantemente não edificante. Para a proteção dessa área é por isso necessário aumentar o limite estabelecido pelos terrenos da marinha (33 m), DL N° 3.438, DE 17 Julho 1941. Apenas desse modo haverá condições de preservação do patrimônio ambiental e paisagístico da área.

Os cenários RCP 2.6 e RCP 8.5 são comparados na figura 6, sendo possível observar que para as cotas dos cenários otimista (RCP 2.6, máxima) e pessimista (RCP 8.5, mínima) foram obtidos resultados próximos, 41,18 m e

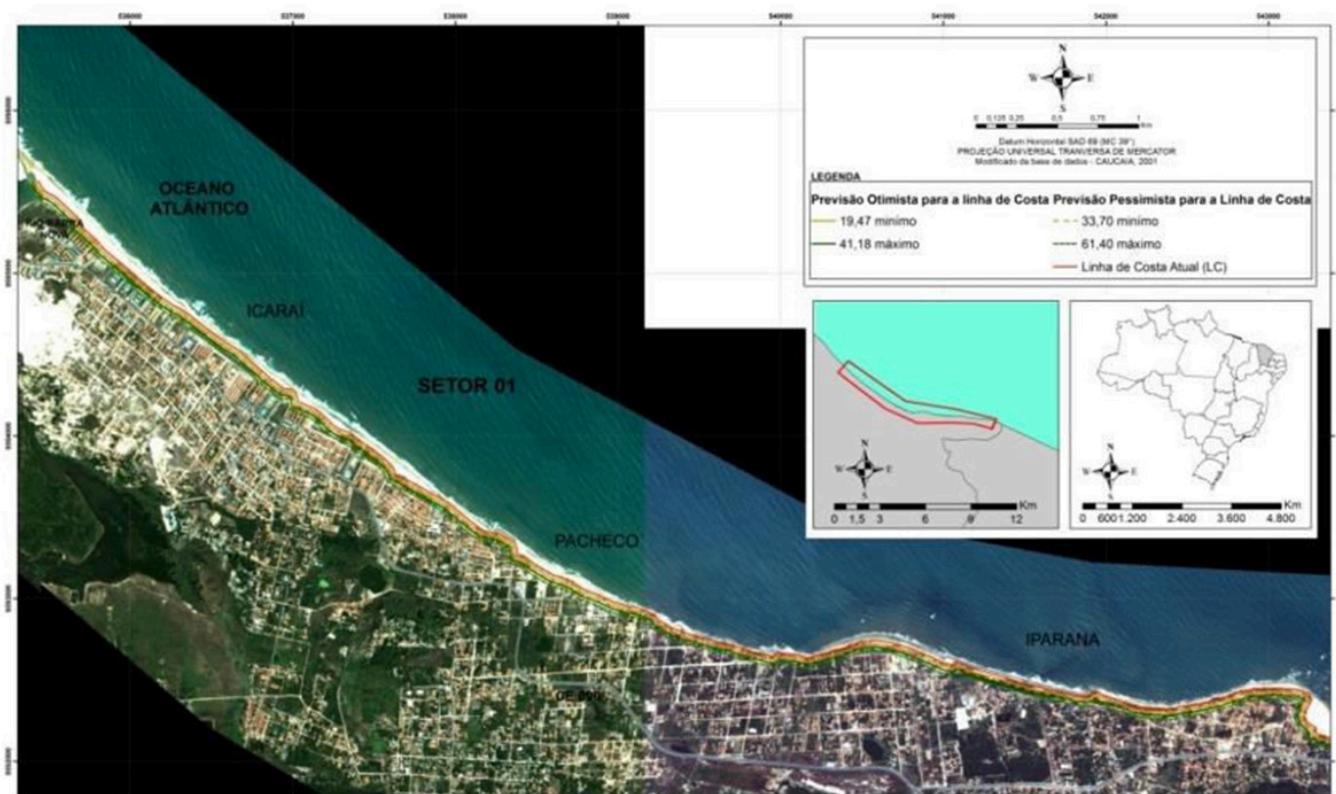


Figura 4. Mapa de retrogradação setor 1.

Figure 4. Downgrading map of sector 1.

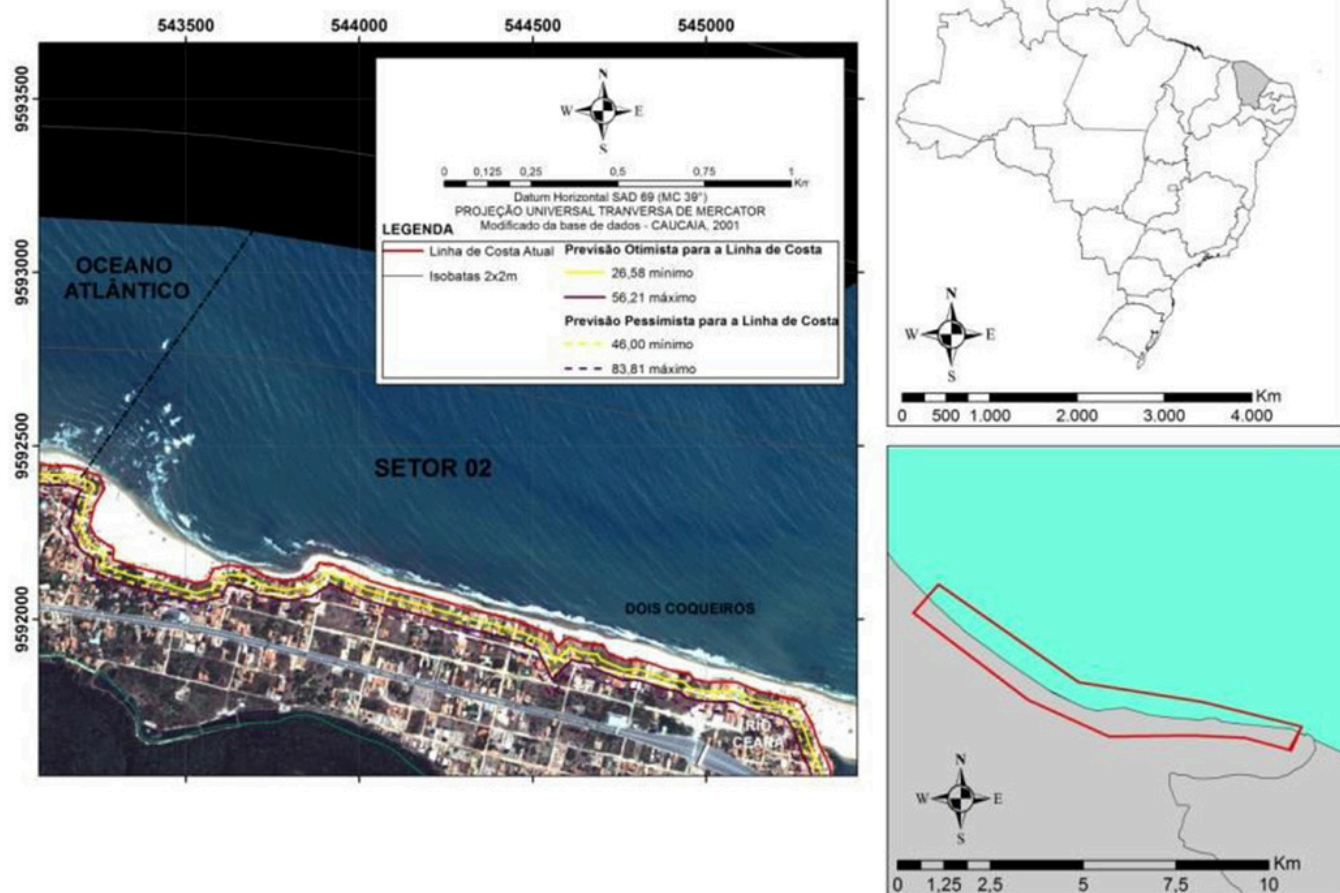


Figura 5. Mapa de retrogradação do setor 2.

Figure 5. Map of downgrading of sector 2.

33,70 m, respectivamente. Assim, pode-se sugerir uma dimensão aproximada de 45 m para área não edificante no setor 1. Essa dimensão assegura a preservação do património ambiental do setor, sendo que apenas o parâmetro máximo do cenário pessimista (RCP 8.5) não é contemplado.

A vulnerabilidade foi classificada como alta em toda a área que compreende o setor 1, com praias reduzidas, sem área de pós-praia, com forte presença de obras de proteção costeira (Fig. 7) e ocupação desordenada.

Conclui-se que, para a proteção da área referente ao setor 2, é indispensável que a área não edificante seja maior que a deferida, tendo por base o limite relativo dos terrenos da marinha (33m) (DL N° 3.438, DE 17 julho 1941), para que haja a garantia de preservação do património ambiental e paisagístico da área.

A análise da figura 8 aponta para a escolha da distância de 57 m para a definição da área não edificante desse setor 2. Essa distância garante a preservação das características ambientais e paisagísticas da área, considerando os cenários utilizados para efeito do

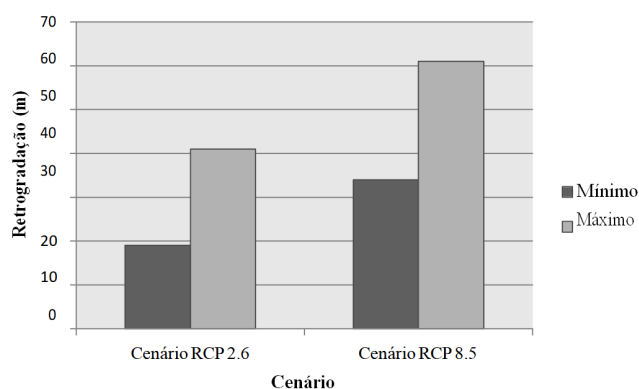


Figura 6. Comparação entre os resultados da retrogradação para os cenários RCP 2.6 e RCP 8.5 referentes ao setor 1.

Figure 6. Comparison of the downgrading results for the RCP 2.6 and RCP 8.5 scenarios for the sector 1.

cálculo de retrogradação, não sendo contemplado apenas o parâmetro máximo do cenário pessimista RCP 8.5. Quanto à vulnerabilidade, o setor foi classificado como sendo de elevada vulnerabilidade.



Figura 7. Obra de contenção costeira na Praia do Icaraí.

Figure 7. Coastal containment work in the Icaraí Beach.

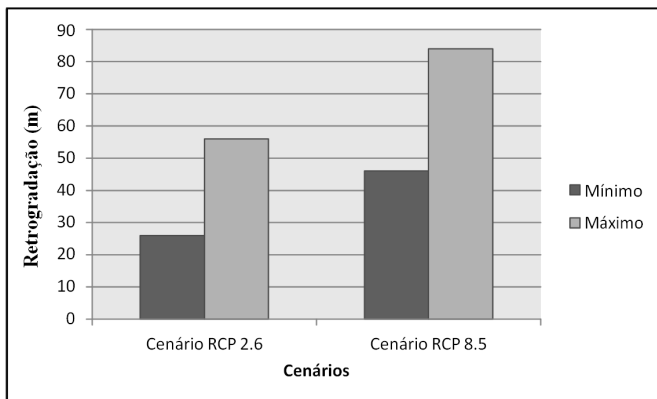


Figura 8. Comparação entre os resultados da retrogradação para os cenários RCP 2.6 e RCP 8.5 referentes ao setor 2.

Figure 8. Comparison of the downgrading results for the RCP 2.6 and RCP 8.5 scenario for the sector 2.

Apesar da área de estudo apresentar, aproximadamente, 11 km de extensão, houve a necessidade de divisão dessa área em setores devido à variação dos parâmetros utilizados no cálculo ao longo da área estudada. A importância de se analisar os parâmetros locais, para o cálculo de retrogradação, é evidenciada na figura 9, onde se pode constatar que os resultados de retrogradação para os setores 1 e 2 são distintos. O setor 1 apresenta como parâmetro mínimo, para o cenário RCP 2.6, retrogradação de 19,47 m, e o setor 2 apresenta 26.57m. A diferença entre os setores foi significativa, totalizando, aproximadamente, 6 m.

O parâmetro máximo do mesmo cenário traz para o setor 1 retrogradação de 41,18 m, e para o setor 2, retrogradação de 56,21 m, mostrando uma diferença significativa de cerca de 15,03 m.

Para o cenário RCP 85.5, os setores 1 e 2, no parâmetro mínimo, apresentaram uma diferença de 12,29 m, e no parâmetro máximo a diferença ficou em 22,41 m. As diferenças apresentadas (Fig. 9) confirmam que é de fundamental importância a observação da área e de seus parâmetros para a definição de setores (se for o caso) antes da efetivação do cálculo.

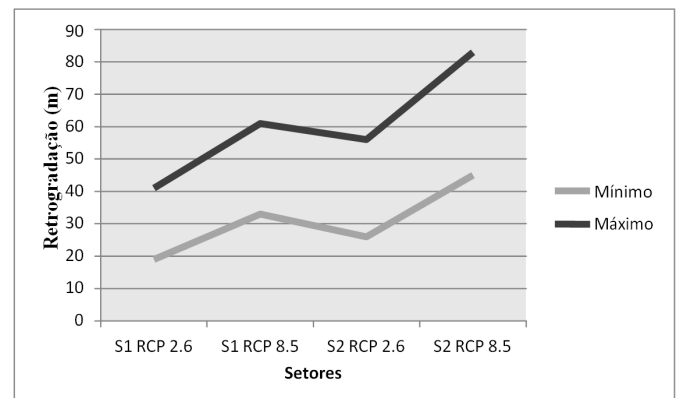


Figura 9. Comparação entre os resultados da retrogradação para os setores 1 e 2.

Figure 9. Comparison of the downgrading results for the sectors 1 and 2.

Em ambos os setores, constatou-se um alto grau de vulnerabilidade das praias. Esse fato alerta para a necessidade de dar uma maior atenção para à área de interface entre o continente e o meio marinho. A vulnerabilidade costeira é uma das características inerentes a essa parcela territorial, mas as ações antrópicas potencializam essa vulnerabilidade, levando-a a um grau elevado onde há significativas perdas ambientais, paisagísticas e, algumas vezes, do patrimônio construído. O resultado do cálculo de retrogradação com projeção de área não edificante para as praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icaraí indica a necessidade urgente de se reverem as dimensões das zonas não edificantes do litoral, na perspectiva de minimizar os conflitos existentes entre a área de transição do meio marinho e do continente, corroborando para a preservação tanto do patrimônio paisagístico e natural, quanto do patrimônio construído. Para tanto, a adoção de políticas de manejo para a zona costeira é imperativa.

Os números da retrogradação chamam a atenção para um problema vivenciado no litoral brasileiro e mundial, o aumento do nível médio da água do mar juntamente com a pressão antrópica, que potencializam a erosão costeira.

O estudo de áreas pertencentes à zona costeira implica em considerar o avanço do nível do mar e os efeitos da urbanização. A pesquisa alerta para esse problema e aproveita para encorajar novos estudos que possam, através do cálculo de retrogradação, orientar processos de ocupação nesse espaço estratégico do ponto de vista ambiental, econômico e social.

Atualmente, percebe-se que as áreas não edificantes das praias em estudo, correspondentes aos 33 m medidos a partir da preamar máxima, em sua maioria, não foram respeitadas, sim ocupadas. A ocupação dessas áreas potencializou o fenômeno da erosão, aliado ao aumento do nível do mar, gerando prejuízos socioambientais e econômicos.

6. CONCLUSÕES

Os resultados do cálculo de retrogradação comprovaram que apenas no cenário RCP 2.6 (otimista), parâmetro mínimo, as praias não se encontrariam em risco ambiental. Entretanto, no cenário RCP 2.6, parâmetro máximo e RCP 8.5, parâmetros mínimo e máximo, a área não edificante atual é insuficiente para garantir a preservação e a balneabilidade das praias. Além disso, observa-se a necessidade da área não edificante ser maior que a prevista atualmente.

Em ambas as praias a vulnerabilidade costeira foi classificada como alta, o que ratifica a necessidade de ampliação da área não edificante

Após observar as características particulares (altitude da costa, profundidade de fechamento, características morfológicas e litológicas etc.) de cada setor e relacioná-las com os resultados de retrogradação encontrados nos cenários otimistas e pessimistas, ratifica-se a importância do estudo regional e da caracterização das praias como parâmetro para estipular mecanismos de preservação na área. Sugere-se que praias que apresentem diferenças significativas em suas características (altitude, profundidade, dados de ondas, entre outros) sejam tratadas distintamente, e essas diferenças devem ser levadas em consideração ao se estipular áreas não edificantes que objetivem a preservação desse ambiente.

REFERÊNCIAS

- Alfredini, P. Obras e gestão de portos e costas. 1. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2005. Bates, R. L. & Jackson, J.A. Glossary of geology, 3. ed. Alexandria: American Geological Institute, 1987, 788p.
- Bates, Robert L.(Ed.); Jackson, A. (Ed.).Glossary of geology. 3.ed. Alexandria: American Geological Institute, 1987.788p.
- Birkemeier, W. A. Field data on seaward limit of profile change. Journal of waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, v. 111, n. 3, p. 592-602, 1985.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Projeto Orla: Fundamentos para a Gestão Integrada. Brasília, DF, 2006. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/vol1_fundamentos_jun06.pdf. Acesso em 28 de agosto, 2014.
- Brunn, P. Sea level rise as a cause of shore erosion. Journal of the Waterways and Harbor Division, Nova Iorque, v. 88, p. 117-130, 1962.
- Dal Cin, R. & Simeoni, U. A model for determining the Classification Vulnerability and Risk in the Southern Coastal Zone of the Marche (Italy), Journal of Coastal Research, v. 10, n. 1, p.19-29, 1994.
- Brasil. Decreto Nº 5.300 de 7 de dezembro de 2004. Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=531>. Acesso em: 20 abr. 2018.
- Brasil. Decreto Lei Nº 3.438, de 17 julho 1941. Ampliação do decreto-lei nº 2.490, de 16 de agosto de 1940, Terrenos da Marinha. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-lei/1937-1946/Del3438.htm. Acesso em: 20 abr. 2018.
- Ceará. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - Ipece. Perfil Básico. 2014.
- Hallermeier, R.J. A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. Coastal Engineering, Amsterdam, v. 4, p.253-277, 1981.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013. Summary for policymakers. 33p. In: Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stoker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G-K.; Tignor, M.; Allen, S. K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V. and Midgley, P. M., eds. IPECE.. IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal.Caucaia, 2013 Cambridge University Press, Cambridge, UK; New York, NY, USA.
- Lima, S. F. Modelagem numérica da evolução da linha de costa das praias localizadas a oeste da cidade de Fortaleza, Ceará: trecho compreendido entre o Rio Ceará e a praia do Cumbuco. 2002. 113f. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- Lins-de-Barros, F. M. Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos sócio-econômicos na orla urbanizada no município de Maricá, Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Geomorfologia, ano 6, n. 2, p. 83-90, 2005.
- McGranahan G.; Balk D.; Anderson B. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. Environ Urban, v. 19, n. 1, p. 17-37, 2007.
- Moura, M. R. Dinâmica Costeira e Vulnerabilidade à erosão do litoral dos municípios de Caucaia e Aquiraz, Ceará. 2012. 193f. Tese de doutorado – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- Muehe, D. Definição de limites e tipologias da orla sob os aspectos morfodinâmicos e evolutivos. In: Subsídios para um projeto de gestão. Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília: MMA, 2004.
- Nicolodi, J.L. & Zamboni, A. (2008) - Gestão Costeira. In: Ademilson Zamboni & Joao Luiz Nicolodi (org.), Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil, pp.213-241, Ministério do

- Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Brasília. DF, Brasil. ISBN: 9788577381128.
- Short, A. D. Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics – An overview. Chichester, England, New York: John Wiley, 1999, 379 p.
- Silva, J. B.; Dantas, E. W. C.; Meireles, A. J. A. Litoral e sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.
- Souza, C. R. G. & Suguio, K. The coastal erosion risk zoning and the São Paulo Plan Coastal Management. Journal of Coastal Research, Special Issue 35, p. 530-547, 2003.

Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal Zone Management

Diagnóstico da percepção ambiental dos usuários das praias de Itaipu e Itacoatiara quanto à presença de resíduos sólidos

Diagnosis of the environmental perception of the users of Itaipu and Itacoatiara beaches regarding the presence of marine debris

Marcela Timbó¹, Melanie Lopes da Silva^{*,2},
Rebeca de Oliveira Castro², Fábio Vieira de Araújo¹

@ Autora para contato: melaniels_1@hotmail.com

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Faculdade de Formação de Professores - Rua Dr. Francisco Portela, 1470 - Patronato
CEP: 24435-005 - São Gonçalo – RJ.

² Universidade Federal Fluminense – Instituto de Biologia – Departamento de Biologia Marinha – UFF – Outeiro São João Batista s/nº -
Niterói – Rio de Janeiro – Brasil – CEP: 24001-070.

RESUMO: O presente estudo procurou avaliar a percepção ambiental dos usuários de duas praias de Niterói – RJ: Itaipu e Itacoatiara, e também traçar o perfil socioeconômico dos mesmos, diante da presença de resíduos sólidos em espaço costeiro. Para tal avaliação, foi realizado um questionário fechado a um total de 200 pessoas (100 em cada praia). A partir das respostas foi possível observar as diferentes percepções ambientais dos entrevistados face às possíveis alternativas fornecidas. A maioria dos entrevistados, em ambas as praias, possuía ensino superior, estava na faixa etária entre os 18 e 30 anos de idade e apresentava renda mensal de 2 a 5 salários mínimos. Os resultados mostram que apesar dos frequentadores das praias possuírem uma percepção sobre o problema do lixo nos ambientes costeiros, a presença destes na faixa de areia contradiz tal facto. Dessa maneira, é evidente a necessidade de trabalhos com uma perspectiva crítica da educação ambiental, juntamente com campanhas de sensibilização, se estendam às comunidades vizinhas, a fim de dar suporte às discussões sobre as intervenções necessárias para uma gestão ambiental participativa e eficaz.

Palavras-chave: Itacoatiara; Itaipu; Lixo marinho; Niterói; Poluição.

ABSTRACT: *The present study aimed to evaluate the environmental perception of the users of two beaches of Niterói - RJ: Itaipu and Itacoatiara, and to describe their socioeconomic profile, due to the presence of marine debris in coastal space. For this evaluation, a closed questionnaire was applied to a total of 200 people (100 in each beach). Based on the answers, it was possible to observe the different environmental perceptions of the interviewees regarding the possible alternatives provided. Most of the interviewees, on both beaches, had higher education, were between 18 and 30 years of age and had a monthly income of 2 to 5 minimum wages. The results show that although beach users have a perception about the problem of marine debris in coastal environments, the presence of these in the sand contradicts this fact. In this way, it is evident that a critical perspective on environmental education, together with awareness campaigns, should be disseminated to surrounding communities, in order to support discussions about the interventions required for participatory and effective environmental management.*

Keywords: *Itacoatiara; Itaipu; Marine debris; Niterói; Pollution.*

1. INTRODUÇÃO

A crescente ameaça devido à presença do lixo em áreas costeiras tem sido reportada em diversos trabalhos (Araújo e Costa, 2007; Moore *et al.*, 2011). A costa brasileira possui aproximadamente 8.500 km de comprimento e é composta por ambientes terrestres e marinhos, com características instáveis e frágeis, representando aproximadamente 50% da América do Sul (Dominguez, 2006). A região costeira representa um bem valioso em termos de proteção, recreação, economia e meio ambiente com diversos usos e atividades realizadas neste espaço, como por exemplo: pesca extrativista marinha, atividades industriais, atividades portuárias, extrativismo mineral, turismo, comércio e esportes diversos (Martins e Barboza, 2006; MMA, 2006; Scherer *et al.*, 2009). Por estas razões, estes ambientes foram ao longo dos anos ocupados por indústrias, grandes complexos hoteleiros e residências, levando a um quadro de degradação, consequência de uma falta de investimento em infraestrutura e saneamento básico. Este crescimento populacional desordenado pode ser considerado como uma das principais causas da desestabilização dos ecossistemas da costa brasileira (Costa, 2011).

A partir da década de 1960, a concentração populacional urbana no Brasil, apresentou significativo aumento devido a processos como o êxodo rural e a propensão das atividades econômicas se manterem nos grandes centros, ambos influenciados pela revolução industrial (Mendes, 2011). A industrialização possibilitou a fabricação em larga escala de bens de consumo, para suprir a demanda da população, acarretando uma maior geração de resíduos e conseqüentemente, um maior descarte. Além da quantidade, o perfil desses produtos também se modificou com o tempo. Características como matéria-prima e durabilidade foram alteradas e mercadorias duráveis passaram a ser substituídas por materiais de uso descartável, acarretando em mudanças na composição do lixo. Soma-se a isto o aumento do consumo pela

sociedade, gerando cada vez mais resíduos (Godecke *et al.*, 2012).

A presença dos resíduos nas praias, além de impactar visualmente o ambiente, traz consigo diversas consequências como a perda de potencial turístico, prejuízos para os pescadores, riscos à navegação, danos nos organismos e ambientais como a introdução de organismos exóticos (Oliveira, 2012).

Para se propor uma solução para os conflitos expostos é necessário que ocorra uma gestão ambiental adequada que leve em consideração os sujeitos que habitam e que fazem uso de um determinado local. No campo da educação ambiental crítica é fundamental a participação da sociedade exercendo sua cidadania para que as atividades sejam voltadas para a realidade e problemas socioambientais de um determinado local. Estudos de percepção ambiental são uma importante ferramenta para a elaboração de ações mitigadoras na medida em que buscam entender o modo como a comunidade se envolve com o meio ambiente onde vive, sendo essa relação de ordem cognitiva, afetiva e ética. (Lima, 2015; Teramussi, 2008).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a percepção ambiental de usuários de praias localizadas no município de Niterói, Rio de Janeiro (RJ).

2. ÁREA DE ESTUDO

As áreas estudadas são praias arenosas, situadas dentro da planície costeira do Estado do Rio de Janeiro, no município de Niterói. Com 133.916 km² e uma população residente de 487.562 pessoas, segundo o Censo Demográfico de 2010, Niterói se localiza ao lado dos municípios de Maricá (a leste) e São Gonçalo (a norte), tendo o Oceano Atlântico a sul e a Baía de Guanabara a oeste. A cidade divide-se em 48 bairros, que estão agrupados em cinco regiões administrativas, definidas pelo Plano Diretor de Niterói, sendo elas: Região Norte, Região Pendotiba, Região Leste, Região das Praias da

Baía e Região Oceânica (Lei 1157/1992, alterada pela Lei 2123/2004). O presente estudo se desenvolveu em duas praias pertencentes à Região Oceânica: a praia de Itaipu ($22^{\circ}58'13,3''$ S e $43^{\circ}02'43,8''$ W) e a praia de Itacoatiara ($22^{\circ}58'28''$ S e $43^{\circ}01'55''$ W), (Figura 1).

2.1 Praia de Itaipu

A praia está localizada no bairro de Itaipu, distrito de Niterói com uma população de 58.000 habitantes. Este local passou por um processo de crescimento imobiliário recente, de maneira que hoje a urbanização está consolidada e o distrito sofre com a falta de planejamento. A entrada da praia se localiza no final da Estrada de Itaipu, onde se encontra um terminal de ônibus com destino para diversos bairros, o que facilita o acesso.

A linha de costa apresenta uma faixa de areia com uma extensão de aproximadamente 1.000 m, onde estão presentes restaurantes, bares e barracas. Possui águas calmas, vegetação de restinga e tem o Morro de Andorinhas em sua face norte. A Praia de Itaipu se caracteriza também pela presença de uma comunidade de pescadores, os quais exercem suas atividades na orla. Tais atividades estão garantidas pelo Art. 4º da Proteção da Pesca Profissional Artesanal, de acordo com o Plano Urbanístico da Região Oceânica, Lei 1968/2002, que

define a criação da área de especial interesse pesqueiro de Itaipu para a promoção das atividades de pesca profissional artesanal na Região Oceânica.

A concentração da população flutuante em época de férias, feriados e no verão, aumenta consideravelmente, crescendo também o número de comerciantes ambulantes na faixa de areia. A praia é uma das mais famosas da Região Oceânica e os períodos de alta estação são importantes para a economia da comunidade local.

2.2 Praia de Itacoatiara

A praia possui uma faixa contínua de areia com 770 m de extensão e mais uma pequena faixa de areia conhecida como “Prainha”, separadas por uma grande rocha. Localiza-se entre as encostas do Alto Mourão e do Morro das Andorinhas, que a separa da Praia de Itaipu.

Itacoatiara é um distrito integrante da Região Oceânica e possui apenas uma estrada de entrada, tornando-a assim uma praia mais reservada. Hoje, se caracteriza por ser uma zona residencial de alto padrão, possuindo um alto valor imobiliário. De acordo com as resoluções definidas pelo Plano Urbanístico da Região Oceânica, Lei 1968/2002, ficou estabelecido nos parâmetros de uso e ocupação do solo, que as residências podem ter no máximo dois pavimentos mais cobertura, sendo permitidos apenas o comércio e serviços já instalados.

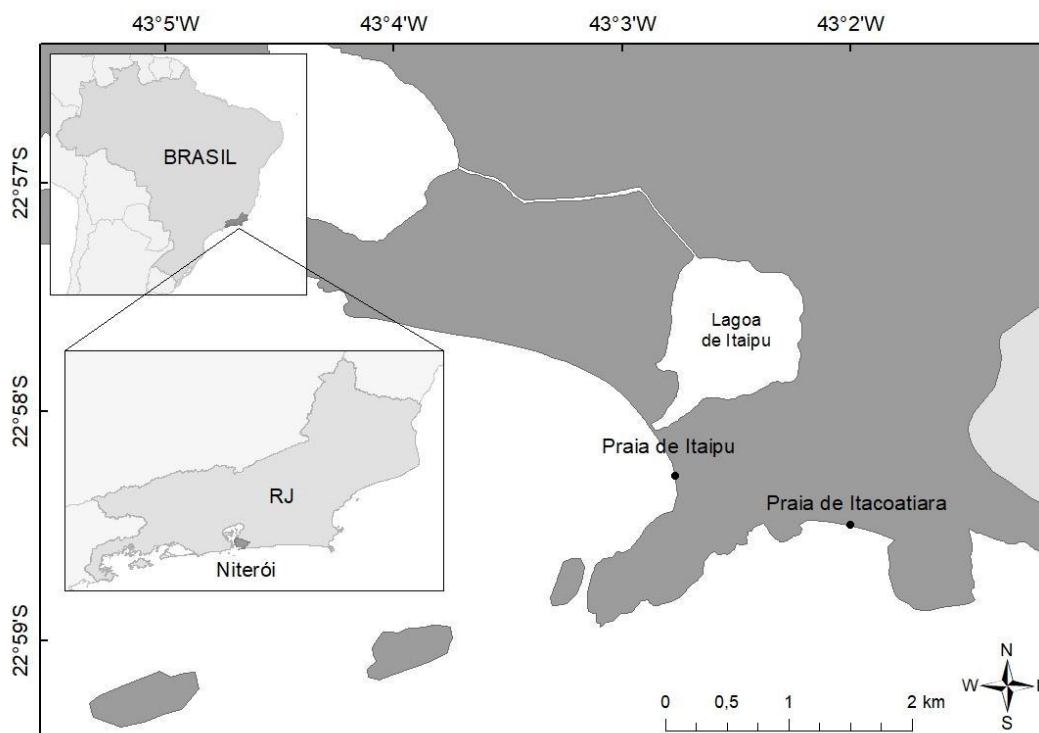


Figura 1. Área de estudo com as praias de Itaipu e Itacoatiara em destaque.

Figure 1. Study area with the Itaipu and Itacoatiara beaches highlighted.

Desta forma, o comércio praias resume-se à presença de alguns quiosques no calçadão e limitado número de ambulantes aos fins de semana, sendo que em épocas de férias e feriados, esse número cresce.

As formações rochosas que delimitam a praia são pontos muito procurados para a prática de esportes e atividades turísticas, como trilhas, rapel, escalada, além da presença de ondas, o que faz da praia a preferida entre os surfistas. A participação dos moradores é notada, devido à existência da SOAMI (Sociedade de Amigos e Moradores de Itacoatiara), que “é uma associação destinada a preservar o patrimônio paisagístico, ecológico e cultural de Itacoatiara, zelando pela manutenção da qualidade de vida local e de suas características urbanísticas e sociais”, de acordo com a definição presente no site da associação.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa tem caráter descritivo e exploratório, tendo sido realizada através de um levantamento de informações por meio da realização de um questionário fechado e estruturado à uma amostra da população que se desejou conhecer, com posterior análise qualitativa (Raupp e Beuren, 2006; Silva *et al.*, 2011).

A população amostral foi composta por pescadores artesanais, comerciantes locais, usuários da praia e moradores. Para analisar os conhecimentos do grupo amostral da Praia de Itaipu e da Praia de Itacoatiara sobre a questão da poluição costeira por resíduos sólidos, dividiu-se o questionário em duas partes. A primeira abordava os dados sócio demográficos, envolvendo o gênero, faixa etária, renda mensal, nível de escolaridade, perfil enquanto usuário da praia (entendido como pescadores, usuários, moradores, comerciantes) e local de origem. A segunda parte do questionário era formada por perguntas que visavam analisar a percepção e os conhecimentos dos entrevistados sobre as responsabilidades e danos causados pela deposição irregular dos resíduos, bem como as suas sugestões de medidas mitigadoras. Para isso foram desenvolvidas perguntas objetivas com respostas pré-estabelecidas.

A realização dos questionários (tabela 1), realizada sob a forma de entrevista, ocorreu em toda a extensão das praias. Os entrevistados, escolhidos aleatoriamente, foram abordados de forma amistosa com esclarecimento da atividade a ser realizada e seus objetivos. Os entrevistadores foram estagiários e voluntários integrantes do projeto de extensão “Praia Limpa é a minha Praia” da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. As coletas de dados foram realizadas uma vez por mês no período compreendido entre agosto de 2011 e agosto de 2012, tendo resultado numa amostra de 200 entrevistas (100 em cada praia).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfil dos entrevistados

O questionário foi respondido por 97 pessoas do gênero feminino e 103 do gênero masculino. Foram observadas diferenças entre o perfil dos entrevistados das duas praias (tabela 2). Apesar da maior parte dos entrevistados em ambas as praias ser do perfil “banhistas”, seguidos do perfil “comerciantes”, na praia de Itaipu pode-se observar a presença de uma pequena parcela de pescadores. Tal fato deve-se a existência de uma colônia de pescadores locais.

O grupo de entrevistados da praia de Itaipu era composto por um público de diferentes idades, com nível de escolaridade dividido entre o ensino médio (32%) e o ensino superior (33%), destacando-se ainda que 14% dos usuários de Itaipu não frequentaram a escola. Itacoatiara apresentou um público predominantemente jovem, com 48% dos usuários na faixa etária dos 18 e 30 anos, dos quais mais da metade apresentava com nível de ensino superior (58%). Quanto à renda mensal, os entrevistados de Itaipu predominam a renda mensal que varia até 1 salário mínimo (30%) e de 2 à 5 salários mínimos (31%). Os entrevistados em Itacoatiara declararam predominantemente uma renda mensal de 2 à 5 salários mínimos (43%). A remuneração até 4 salários mínimos é normalmente obtida por quem tem apenas o ensino médio completo (Dias-Filho *et al.*, 2011).

Sobre o local de origem, na praia de Itaipu, a maior parte dos entrevistados dividiu-se entre frequentadores do bairro (35%) e de outros bairros (36%); enquanto em Itacoatiara a maioria vinha de outros bairros (56%), seguidos de usuários de outra cidade (32%). A presença de entrevistados vindos de outros estados foi baixa (3% em Itaipu e 7% em Itacoatiara).

O perfil dos entrevistados mostrou que as praias são frequentadas por públicos diferentes. Enquanto Itaipu é procurada por famílias que buscam a estrutura oferecida pelos quiosques e restaurantes, além das suas águas mais calmas para o banho e lazer das crianças, Itacoatiara é frequentada por um público em sua maioria jovem, que consome alimentos e bebidas de vendedores ambulantes e utiliza as suas águas mais agitadas para praticar esportes como o surfe.

4.2 Percepção ambiental dos usuários

Percepção é uma palavra de origem latina *perceptione* - que pode ser entendida como tomada de consciência de forma nítida a respeito de qualquer objeto ou circunstância. A circunstância em questão diz respeito a fenômenos vivenciados (Mucelin e Bellini, 2008).

Diagnóstico da percepção ambiental dos usuários das praias de Itaipu e Itacoatiara quanto à presença de resíduos sólidos

Tabela 1. Questionário realizado com os usuários das praias de Itaipu e Itacoatiara.

Table 1. Questionnaire performed with the users of Itaipu and Itacoatiara beaches.

Questionário			
Local: _____	Data: _____	Aplicador: _____	
Caracterização do Perfil do usuário da praia:			
1 - Gênero: F () M ()			
2 - Faixa etária: <18 () 18 a 30 () 31 a 40 () 41 a 50 () >50 ()			
3 - Renda mensal: Até 1 () 2 à 5 () 5 à 10 () > 10 ()			
4 - Perfil: Comerciante () Banhista () Pescador ()			
5 - Nível de Escolaridade: Ensino Fundamental () Ensino Médio () Ensino Superior ()			
6 - Origem: Do bairro () De outro bairro () Da cidade () De outro estado ()			
Perguntas:			
1. Você considera esta praia... Muito limpa () Limpa () Suja () Muito Suja ()			
2. Qual tipo de lixo observado mais comumente? Plástico () Vidro () Restos de comida () Alumínio () Papel () Nenhum ()			
3. Qual o destino do lixo que você produz na praia? Joga na areia () Descarta em casa () Põe em saco e joga na lixeira () Não faz nada ()			
Joga no mar () Põe em saco e joga na areia ()			
4. A presença de lixo nas praia deve-se a...			
Falta de educação () Falta de lixeira () Falta de limpeza ()			
5. A responsabilidade de manter a praia limpa é... Dos comerciantes () Do poder público () Dos banhistas () De todos ()			
6. Quais as consequências do lixo na praia? Atrai vetores de doenças () Causa morte de animais () Prejudica o turismo () Traz problemas de saúde () Gastos com a limpeza das praias () Não traz nenhum prejuízo ()			
7. Como colaboraria para reduzir o lixo nas praias? Jogando lixo no lixo () Participando de atividades de limpeza () Conscientizando outras pessoas () Não participaria ()			

Tabela 2. Perfil dos entrevistados na praia de Itaipu e Itacoatiara.

Tabela 2. continuação.

Table 2. Profile of the interviewees on Itaipu and Itacoatiara beach.

Table 2. continuation.

Características dos usuários	Praia	
	Itaipu	Itacoatiara
Gênero		
Feminino	45%	52%
Masculino	55%	48%
Faixa etária		
<18	6%	9%
18 à 30	30%	48%
31 à 40	16%	16%
41 à 50	30%	14%
>50	18%	13%
Nível de escolaridade		
Ensino Fundamental	21%	9%
Ensino Médio	32%	30%
Ensino Superior	33%	58%
Sem Ensino	14%	3%

Características dos usuários	Praia	
	Itaipu	Itacoatiara
Renda mensal (salários mínimos)		
0	10%	15%
≤1	30%	18%
2 ≤ 5	31%	43%
5 ≤ 10	14%	19%
>10	15%	5%
Perfil dos usuários		
Comerciante	15%	14%
Banhista	77%	86%
Pescador	8%	0
Origem		
Do bairro	35%	19%
De outro bairro	36%	56%
De outra cidade	22%	32%
De outro estado	7%	3%

Quando questionados sobre como consideram o nível de limpeza da praia, Itaipu foi considerada como suja pela maioria dos entrevistados (53%). Os demais se dividiram entre os que a consideram limpa (24%) e muito suja (23%). Na praia de Itacoatiara a maioria dos usuários (77%), considerou a praia limpa.

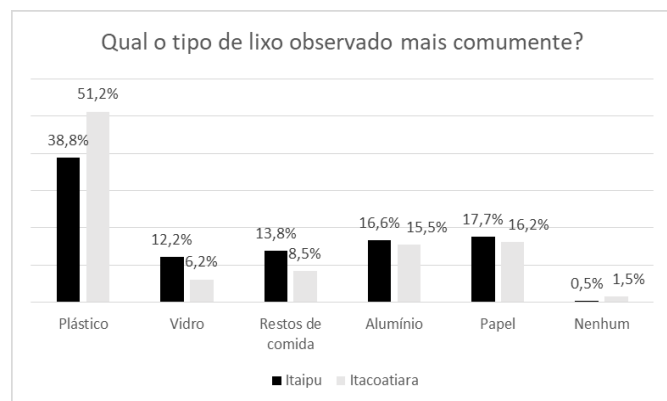


Figura 2. Tipos de lixo mais observados pelos usuários nas praias.

Figure 2. Types of marine debris most observed by users on the beaches.

Silva *et al.* (2015) realizaram coletas mensais nos mesmos locais de estudo e período do presente trabalho, durante 12 meses. Os resultados obtidos corroboram com a percepção dos usuários entrevistados, tendo sido coletado pelo autores o equivalente a 118,39 kg de resíduos na praia de Itaipu e 62,94 kg de resíduos na praia de Itacoatiara. Alguns entrevistados apresentaram dificuldade em classificar a praia como limpa ou suja, pois utilizam como parâmetro a quantidade de lixo presente na areia ou no mar e, segundo eles, esta quantidade varia de acordo com a maré, as correntes, a pluviosidade, a presença de banhistas e aos horários de limpeza da areia pela prefeitura. A percepção dos usuários em relação à presença do lixo pode estar condicionada pelos hábitos cotidianos quando, ao observarem a presença de resíduos sólidos no ambiente, não percebem os graves impactos ambientais, considerando a situação citada como “normal” (Mucelin e Bellini, 2008).

Quando questionados sobre qual o tipo de resíduo mais observado, o plástico se destacou como o lixo mais observado nas duas praias, seguido do papel e pedaços de alumínio (Figura 2). Estes estão associados à presença de usuários na praia e ao consumo de alimentos e bebidas, como constatado em diversos outros estudos (Martinez-Ribes *et al.*, 2007; Kuo e WenHuang, 2014; Pasternak *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2018).

A presença do lixo plástico em abundância nas praias é fato comprovado através de pesquisas desenvolvidas no Brasil e no mundo (Baptista Neto e Fonseca, 2011;

Ivar do Sul *et al.*, 2011; Magalhães e Araújo, 2012; Silva *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2018). Os resultados obtidos por Silva (2015), fruto de 12 meses de coletas realizadas nas praias de Itaipu e Itacoatiara, corroboram a percepção do público relativamente aos materiais mais observados nestes locais.

Quando questionados sobre o destino que dão ao lixo que produzem, grande parte dos entrevistados afirmou em ambas as praias que ensacam o lixo e jogam na lixeira (Figura 3), seguidos dos que dizem descartar o lixo em casa. Poucos foram os entrevistados que assumiram deixar o lixo gerado na areia. Apesar das respostas, o que se vê são faixas de areia cheias de resíduos dos mais diversos tipos. Segundo Araújo *et al.* (2011a), apesar dos usuários serem identificados como a principal fonte do lixo nas praias, os próprios não assumem o descarte de seu lixo na praia e afirmam descartá-lo nas lixeiras próximas. No estudo realizado por Magalhães e Araújo (2012), os resíduos encontrados foram classificados de acordo com a origem mais provável, concluindo que 80% do lixo coletado na praia de Tamandaré-PE estava associado à presença de usuários nas praias. O mesmo foi observado por Silva *et al.* (2015), pois as praias de Itaipu e Itacoatiara apresentam maior quantidade de resíduos nos meses de verão, correspondentes às férias escolares. A partir desta constatação podemos concluir que grande parte dos resíduos presentes na faixa de areia são gerados pelos próprios usuários da praia.

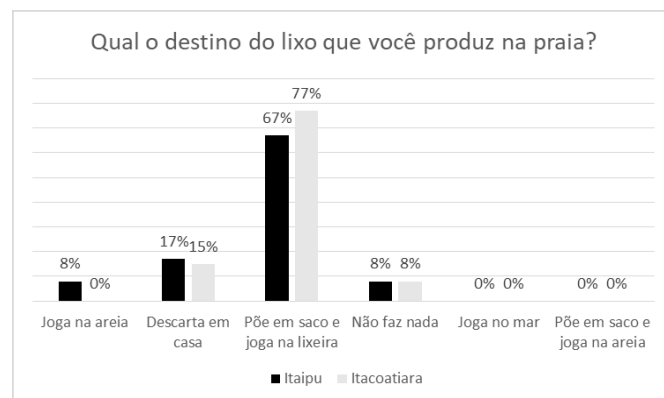


Figura 3. Destino dado ao lixo pelos usuários das praias de Itaipu e Itacoatiara.

Figure 3. Destination given to the marine debris by the users of Itaipu and Itacoatiara beaches.

Quando questionados sobre o principal fator ao qual que atribuíam a presença do lixo nas praias, a falta de educação foi escolhida como o principal motivo em ambas as praias (Figura 4). Magalhães e Araújo (2012) observaram a mesma resposta dos entrevistados no seu trabalho. As autoras atribuíram o resultado a uma “espécie de falsa conscientização”, pois a maioria alega

que agem de uma forma consciente, mas acabam tratando o lixo de maneira inadequada.

Seguindo a análise da figura 4, a falta de limpeza das praias representou apenas 3,3% da opinião dos entrevistados em Itacoatiara, porém Itaipu obteve 14,7%. Tal fato mostra uma transferência de responsabilidade, pois quando questionados sobre a responsabilidade de manter a praia limpa a maioria respondeu ser uma responsabilidade coletiva.

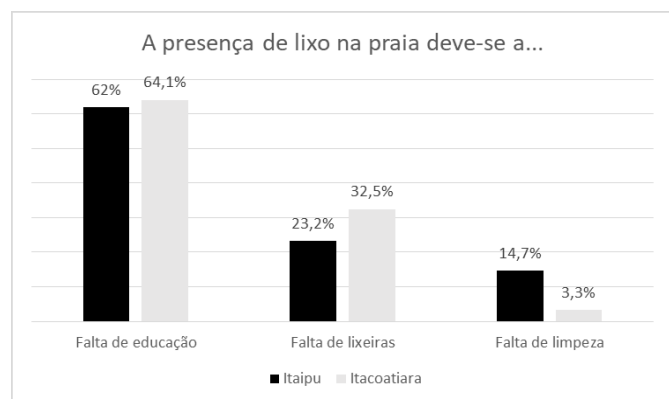


Figura 4. Principal fator para a presença de lixo nas praias de Itaipu e Itacoatiara.

Figure 4. Main factor for the presence of marine debris on the beaches of Itaipu and Itacoatiara.

Um número significativo de entrevistados pensa que a responsabilidade pela manutenção da limpeza das praias deve ser de todos (Figura 5), seguindo-se o grupo dos que consideraram ser apenas dos banhistas este dever.

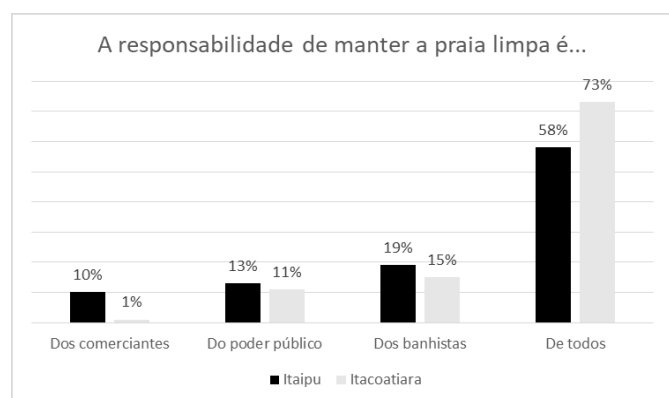


Figura 5. Responsabilidade pela manutenção da limpeza das praias.

Figure 5. Responsibility for beach maintenance.

No trabalho desenvolvido por Caldas (2007), foi avaliado o conhecimento dos usuários sobre os problemas causados pelo lixo na praia de Porto da Barra (Salvador, Bahia). Quando questionados sobre as razões para haver lixo na praia, os resultados obtidos foram semelhantes ao do presente trabalho, tendo a maior

parcela dos entrevistados respondido que se devia à falta de conscientização/educação da população e, em segundo lugar, à falta de estrutura de coleta. Resultados diferentes foram obtidos por Fernandes e Sansolo (2013) em Gonzaguinha, uma praia do litoral paulista. Neste estudo, os entrevistados creditam ao poder público, em sua maioria, a responsabilidade pela presença de lixo na praia.

Quanto às consequências dos resíduos na areia das praias, os entrevistados das praias de Itaipu e Itacoatiara, consideram a atração de vetores de doenças como o principal efeito negativo (Figura 6). No trabalho desenvolvido por Dias-Filho *et al.* (2011), que teve como objetivo avaliar a percepção dos usuários da praia da Boa Viagem (PE) em relação à poluição por lixo, foi constatado que os maiores problemas para os entrevistados eram os riscos de contaminação para os usuários e a atração de vetores de doenças. O mesmo resultado foi obtido por Araújo *et al.* (2011b), numa pesquisa que avaliou a percepção dos usuários da praia de Santos (SP) quanto à presença do lixo na faixa de areia. Ambos os estudos sinalizam os riscos de saúde para os usuários como os principais prejuízos advindos da presença do lixo nas praias, o que demonstra também uma visão antropocêntrica.

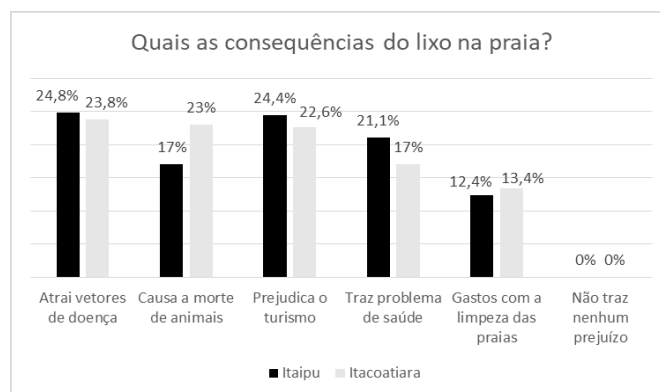


Figura 6. Consequências dos resíduos deixados na praia de Itaipu e de Itacoatiara.

Figure 6. Consequences of the residues left on Itaipu beach and Itacoatiara beach.

Percebe-se que os entrevistados associam o lixo a algo nocivo, prejudicial, algo sem valor, ou a um desrespeito pelo ambiente, tal como fora observado por Mucelin e Bellini (2008). Não é clara a noção de que o problema não é o lixo, mas sim a forma como consumimos bens e descartamos os resíduos.

O prejuízo para o turismo foi o segundo item mais citado em ambas as praias, mostrando a preocupação dos entrevistados com o impacto da poluição na qualidade da praia que eles frequentam, não necessariamente

relacionando este problema com a saúde, mas meramente com o aspecto visual, que por si só, seria um desestímulo a frequência neste ambiente.

Esta questão mostrou também uma diferença entre os entrevistados das duas praias. Enquanto em Itaipu se observou a preocupação com a questão da saúde e turismo como primordial, em Itacoatiara a preocupação com a saúde e o turismo, foi também dividida com a questão do lixo afetando os organismos marinhos. Isto pode ser creditado à maior porcentagem de indivíduos jovens entre os entrevistados de Itacoatiara, que estão mais conectados às diferentes formas de mídias digitais, onde circulam um grande número de informações sobre as questões ambientais.

Ao serem questionados sobre como colaborariam para reduzir o lixo nas praias, as três práticas mais escolhidas pelos entrevistados foram: colocando o lixo nas lixeiras; conscientizando outras pessoas; e participando de atividades de limpeza. Poucos frequentadores disseram que não colaborariam (Figura 7).

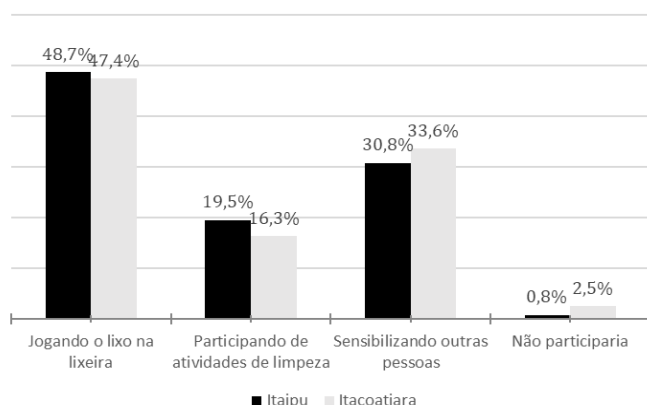


Figura 7. Contribuição dos usuários para reduzir o lixo nas praias.

Figure 7. Contribution of users to reduce marine debris on beaches.

Percebe-se assim que atividades coletivas de sensibilização são bem vistas, podendo ser estas uma medida simples e eficiente para que ocorram mudanças de atitude. Ações simples como recolher o lixo e colocá-lo na lixeira, quando praticadas por todos, podem contribuir para um ambiente limpo e saudável (Faruolo *et al.*, 2012). Embora a menção da coleta seja importante, o tema não pode ser reduzido a apenas este ponto: apresentar somente a coleta de lixo e seu destino a sacos plásticos e lixeiras. Para se pensar em mudanças permanentes nas formas de produção e consumo, deve-se abordar o problema questionando o modelo educacional que tem como parâmetro o capitalismo desenfreado que impera na nossa sociedade. Apenas a conscientização não é suficiente para diminuir a degradação, pelo que o comportamento deve estar associado às mudanças no

padrão de consumo (Bomfim e Piccolo, 2009; Pereira *et al.*, 2011; Faruolo *et al.*, 2012).

A omissão da redução das práticas de consumo como proposta individual ou coletiva adota uma posição, na qual se acredita que o consumo é inevitável e resta apenas investir em tecnologias de reciclagem, aliviando assim a consciência do consumidor. Os meios de comunicação divulgam a ideia de que o desenvolvimento da tecnologia é a solução para equacionar os problemas ambientais, fazendo as pessoas acreditarem que podem continuar e até aumentar o consumo, já que o desenvolvimento de novas tecnologias de reciclagem e de produção de materiais biodegradáveis, assim como o aproveitamento de energia, resolverá a questão de diminuir o lixo, ou até mesmo eliminá-lo. Essa é a perspectiva salvacionista e redentora atribuída à Ciência e à Tecnologia, sendo vistas como detentoras das verdades e das soluções para os problemas da sociedade, e que precisa ser superada (Godecke *et al.*, 2012).

Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de trabalhos comprometidos com a perspectiva da educação ambiental. Tal importância é tratada por diversos autores, como Oliveira *et al.* (2010) e Caldas (2007).

Apesar dos conhecimentos sobre percepção ambiental mostrarem que tais atividades devem ser direcionadas para cada perfil de usuário (Dias-Filho *et al.* 2011), os problemas citados pelos entrevistados no presente trabalho podem ser encontrados em outras praias ao redor do mundo, como nas pesquisas realizadas por Silva *et al.* (2015, 2016, 2018) no Brasil, Viehman *et al.* (2011) nos EUA, Nakashima *et al.* (2011) no Japão e Pasternak *et al.* (2017) na costa mediterrânea de Israel. Assim, tendo os problemas origens similares, as possíveis soluções poderão servir para outras localidades.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram a percepção dos entrevistados de cada praia estudada. Enquanto Itaipu foi considerada suja pelos seus frequentadores, Itacoatiara foi considerada limpa, o que não significa que não tenham sido observados resíduos em sua faixa de areia, visto que frequentadores de ambas as praias relataram que o plástico é o resíduo mais abundante. Mesmo afirmando que depositam seus resíduos na lixeira, atribuem a presença destes na areia à falta de educação da população, citando que a responsabilidade de manter a praia limpa é dever de todos (poder público, comerciantes, banhistas, moradores e usuários).

A preocupação com a saúde foi a resposta mais frequente como consequência da presença do lixo nas praias. Para minimizar este problema os entrevistados apontaram

ações individuais cotidianas como jogar o lixo na lixeira e coletivas como sensibilizar outras pessoas e participar de campanhas de coleta de lixo.

É fundamental que o poder público também assuma o seu papel de gestor, coordenando atividades e ações que busquem mitigar o problema dos resíduos nas praias de modo a que as atividades econômicas exercidas no local sejam mantidas bem como a boa qualidade do ambiente.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ pelo financiamento da pesquisa e aos voluntários durante o trabalho em campo.

REFERÊNCIAS

- Araújo, M.C.B.; Costa, M. (2007). An analysis of the riverine contribution to the solid wastes contamination of an isolated beach at the Brazilian Northeast. *Management of Environmental Quality*, 18 (1): 6-12. DOI:10.1108/14777830710717677.
- Araújo, M.C.B.; Santiago, A.S.; Soares, S.P. (2011a). Itens marcadores da contribuição dos usuários na poluição de praias por lixo: estudo de caso em Ponta Negra (RN). XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, Santa Catarina.
- Araújo, M.C.B.; Fernandino, G.; Elliff, C.I.; Rocha, N.B.S.; Paiva, J.; Silva, L.M.C.; Sabino, C.A.S.J.; Baldi, L.N. (2011b). Avaliação da percepção dos usuários (banhistas) da praia de Santos (SP- Brasil), sobre lixo de praia. XIV CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR.
- Baptista Neto, J.A., Fonseca, E.M. (2011). Seasonal, spatial and compositional variation of debris along the beaches of the eastern shore of Guanabara Bay (Rio de Janeiro) in the period 1999–2008. *J. Integr. Coast. Manage.* 11, 31–39.
- Bomfim, A.M. e Piccolo F.D. (2009). Educação ambiental crítica: para além do positivismo e aquém da metafísica. In: *VII ENPEC*, 2009, Florianópolis. *VII ENPEC*. Florianópolis: 1-9. ISSN: 21766940.
- Caldas, A.H.M. (2007). *Análise da disposição de resíduos sólidos e da percepção dos usuários em áreas costeiras – um potencial de degradação ambiental*. 60 folhas. Monografia (Pós-graduação em gerenciamento e tecnologia ambiental no processo produtivo). Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.
- Costa, N.B.R. (2011). Impactos sócio-ambientais do turismo em áreas litorâneas: um estudo de percepção ambiental nos balneários de Praia de Leste, Santa Teresinha e Ipanema – Paraná. *Revista Geografar*, 6 (2):151-181.
- Dias-Filho, M.; Silva-Cavalcanti, J. S.; Araujo, M. C. B.; Silva, A. C. M. (2011). Avaliação da Percepção Pública na Contaminação por Lixo Marinho de acordo com o Perfil do Usuário: Estudo de Caso em uma Praia Urbana no Nordeste do Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 11(1): 49-55.
- Dominguez, J.M.L. (2006). The Coastal Zone of Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39: 16 – 20.
- Faruolo, T.C.L.M.; Oliveira, V.L.; Bomfim, A.M. (2012). Livros paradidáticos das disciplinas de Ciências e Geografia: em busca da abordagem da educação ambiental crítica. In: III ENECIÊNCIAS - Encontro Nacional de Ensino em Ciências da Saúde e do Ambiente, Niterói. *Anais do III ENECIÊNCIAS*: -11.
- Fernandes, L.G. e Sansolo, D. G. (2013). Percepção ambiental dos moradores da cidade de São Vicente sobre os resíduos sólidos na Praia do Gonzaguinha, SP, Brasil. *RGCI* [online], 13 (3): 379-389.
- Godecke, M.V.; Naime, R.H.; Figueiredo, J.A.S. (2012). O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Revista Eletrônica. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 8 (8): 1700-1712. ISSN: 2236-1170 <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget>
- Ivar Do Sul, J.A.; Santos, I.R.; Friedrich, A.C.; Matthiensen, A.; Fillmann, G. (2011). Plastic pollution at a sea turtle conservation area in NE Brazil: contrasting developed and undeveloped beaches. *Estuaries and Coasts*, 34: 814- 823.
- Kuo, F.; WenHuang, H. (2014). Strategy for mitigation of marine debris: analysis of sources and composition of marine debris in northern Taiwan. *Mar. Pollut. Bull.* 83 (1), 70–78. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.04.019.
- Lima, G.P. (2015). Educação ambiental crítica: da concepção à prática. *Revista Sergipana de Educação Ambiental*, 1 (2): 33-54.
- Magalhães, S.E.F.; Araújo, M.C.B. (2012). Lixo marinho na praia de Tamandaré (PE–Brasil): caracterização, análise das fontes e percepção dos usuários da praia sobre o problema. *Tropical Oceanography*, 40 (2): 193-208. ISSN: 1679-3013 DOI: 10.5914/to.2012.0070
- Martinez-Ribes, L.; Basterretxea, G.; Palmer, M.; Tintoré, J. (2007). Origin and abundance of beach debris in the Balearic Islands. *Sci. Mar* 71 (2): 305–314 (ISSN: 0214-8358).
- Martins, L.R.; Barboza, E.G. (2006) Zona Costeira: Um Desafio Constante. Gravel, 3. ISSN 1678-5975.
- Mendes, H.P.B. (2011). *Estudo sobre o impacto do emissário submarino de Icarai na qualidade da água da Baía de Guanabara*. 32 folhas. Monografia (Especialista em Gestão Ambiental). Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro.
- MMA. *Projeto Orla: fundamentos para gestão integrada* / Ministério do. Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e. Gestão. – Brasília: 2006. 74 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/11_04122008111238.pdf. Acesso em: 24 jul. 2016.
- Moore, C.J.; Lattin, G.L.; Zellers, A.F. (2011). Quantidades e tipos de plásticos provenientes de dois rios urbanos que escoam para águas costeiras e praias do Sul da Califórnia (Estados Unidos). *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 11(1): 65-73.
- Mucelin C.A.; Bellini M. (2008). Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*, 20 (1): 111-124.
- Nakashima, E., Isobe, A., Magome, S., Kako, S., Deki, N. (2011). Using aerial photography and in situ measurements to estimate the quantity of macro-litter on beaches. *Mar. Pollut. Bull.* 62 (4), 762–769.
- Oliveira, L.R.; Viana, L.J.T.; Braga, A.L.C. (2010). Conflitos e fragilidades de uma atividade turística não planejada: um olhar direcionado às praias de Porto de Galinhas e Itamaracá/PE. *Patrimônio: Lazer & Turismo*, 7 (10): 1-19.
- Oliveira, M.C.B.R. (2012). *Gestão de resíduos plásticos pós-consumo: perspectivas para a reciclagem no Brasil*. 91 Folhas. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético), COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.

- Pasternak, G., Zviely, D., Ribic, C.A., Ariel, A., Spanier, E. (2017). Sources, composition and spatial distribution of marine debris along the Mediterranean coast of Israel. *Mar. Pollut. Bull.* 114 (2), 1036–1045. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.11.023.
- Pereira, F.C.; Oliveira, A.L.; Turra, A. (2011). Gestão de resíduos sólidos no ambiente marinho: *pellets* plásticos. V *Simpósio de Oceanografia Brasileira. Oceanografia e Políticas Públicas*. Santos, SP. 10-17 de Abril. Ed. USP, SÃO Paulo, Brasil, 5 p.
- Raupp, F. M.; Beuren, I. M. (2006). Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In: BEUREN, I.M. (Org.). *Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática*. 3.ed. São Paulo: Atlas, Cap.3, p.76-97.
- Scherer, M.E.G.; Sanches, M.; Negreiros, D. (2009). Gestão das Zonas Costeiras e as Políticas Públicas no Brasil: um diagnóstico. *Red Ibermar*, 1: 291-330.
- Silva, A.C.M.; Araújo, M.C.B.; Silva-Cavalcanti, J.S.; Dais Filho, M. (2011). Avaliação da Percepção Pública na Contaminação por Lixo Marinho de acordo com o Perfil do Usuário: Estudo de Caso em uma Praia Urbana no Nordeste do Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 11(1): 49- 55.
- Silva, M. L.; Araújo, F.V.; Castro, R.O.; Sales, A.S. (2015). Spatial–temporal analysis of marine debris on beaches of Niterói, RJ, Brazil: Itaipu and Itacoatiara. *Marine Pollution Bulletin*, 92: 233-236, Ed. 1-2.
- Silva, M.L.; Sales, A.S.; Martins, S.; Castro, O.C.; Araújo, F.V. (2016). The influence of the intensity of use, rainfall and location in the amount of marine debris in four beaches in Niterói, Brazil: Sossego, Camboinhas, Charitas and Flechas. *Mar. Pollut. Bull.* 113 (1–2): 36–39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.061>.
- Silva, M. L.; Castro, O. C.; Sales, A. S.; Araújo, F. V. (2018). Marine debris on beaches of Arraial do Cabo, RJ, Brazil: An important coastal tourist destination. *Marine Pollution Bulletin*, 130: 153 - 158.
- SOAMI - Sociedade de Amigos e Moradores de Itacoatiara. Disponível em: <http://www.itacoatiara.org.br/> Acesso em: 04 ago. 2018.
- Teramussi, T.M. (2008). *Percepção Ambiental de estudantes sobre o Parque Ecológico do Tietê, São Paulo-SP*. 105 Folhas. Dissertação. (Mestrado em Ciência Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Viehman, S., Pluym, J.L.V., Schellinger, J. (2011). Characterization of marine debris in North Carolina salt marshes. *Mar. Pollut. Bull.* 62 (12), 2771–2779. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.09.010.

Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal Zone Management

Desafios ambientais para a interligação das ilhas de Cabo Verde por cabos de energia submarinos

Environmental challenges of interconnecting the Cape Verde islands by submarine power cables

Gabriel Leuzinger Coutinho^{@, 1}, João Nildo de Souza Vianna², Maria Amélia de Paula Dias³

[@] Autor para correspondência

¹ Universidade de Brasília. Email: leuzinger.gabriel@gmail.com

² Universidade de Brasília. Email: vianna@unb.br

³ Universidade de Brasília. Email: amelia.dias@uol.com.br

RESUMO: O governo de Cabo Verde planeia ter 100% da geração de energia elétrica do país oriunda de fontes renováveis até 2025. Neste contexto, a interligação energética das ilhas cabo-verdianas mostra-se fundamental para minimizar a intermitência, inerente a estas fontes, e garantir a estabilidade do sistema elétrico. Esta interligação só é possível por meio de cabos de energia submarinos. Este artigo tem por objetivo verificar a viabilidade ambiental de interligar eletricamente as ilhas de Cabo Verde por meio de cabos de energia submarinos e identificar quais são as ilhas que apresentam os principais desafios ambientais para a instalação desses cabos. Isso é feito por meio do mapeamento das regiões costeiras e marinhas de Cabo Verde em que a instalação dos cabos submarinos pode ter um efeito crítico e irreversível no ecossistema local. Verifica-se que as maiores restrições ambientais estão nas ilhas de Santa Luzia, do Sal, de Boa Vista, de São Vicente e do Maio. Contudo, conclui-se que somente na Santa Luzia, uma ilha desabitada, a questão ambiental é um fator que inviabiliza a utilização dos cabos de energia submarinos na interligação elétrica das ilhas de Cabo Verde.

Palavras-chave: viabilidade ambiental, interligação energética, impacto ambiental, países insulares.

ABSTRACT: The Cape Verde government plans to have 100% of the country's electricity produced by renewable sources by 2025. In this context, the energy interconnection of the Cape Verdean islands is fundamental to minimize the effects of the intermittency, inherent to renewables sources, and guarantee the stability of the electrical system.

This interconnection is only possible through submarine power cables. This paper's objective is to assess the environmental viability of interconnecting the islands and to identify which are the islands that present the main environmental challenges to the installation of the cables. This is done through the mapping of the coastal and marine areas in Cape Verde that can be critically affected by the impacts caused by submarine power cables. The main environmental restrictions are verified in the islands of Santa Luzia, Sal, Boa Vista, São Vicente and Maio. However, only in Santa Luzia, an uninhabited island, the environmental factor makes it unfeasible to install submarine power cables for the electric interconnection of the Cape Verde's islands.

Keywords: environmental viability, energy interconnection, environmental impact, island countries.

1. INTRODUÇÃO

Cabo Verde assumiu, na sua Contribuição Nacionalmente Determinada Pretendida (iNDC), a meta de ter 100% da sua energia elétrica gerada por fontes renováveis, em 2025, caso receba suporte financeiro e tecnológico internacional (Cabo Verde, 2017). Um dos desafios desta meta é manter o sistema elétrico estável diante do caráter intermitente das energias renováveis. Considerando a falta de meios economicamente viáveis ou tecnicamente evoluídos para armazenar energia em larga escala nas grandes redes de energia elétrica (Giddens, 2011; Luo *et al.* 2014), uma das melhores alternativas é interligar o sistema elétrico por meio de redes inteligentes, os *smart grids* (Gharavi & Ghafurian, 2011). No caso de Cabo Verde, a opção para a interligação do arquipélago é transportar energia através do mar, sendo necessária a utilização de cabos de energia submarinos. Trata-se de uma tecnologia madura, confiável e em expansão (Ardelean & Minnebo, 2015).

Os cabos submarinos são utilizados para telecomunicações desde o século XIX e passaram a ser utilizados de maneira ampla para a transmissão de energia a partir da década de 1940 (Headrick, D.; Griset, 2001; Brisner, 1976). Estima-se que existiam cerca de 11.000 km de cabos submarinos para a transmissão de energia e mais de 1,1 milhão de km de cabos submarinos para telecomunicações em operação em 2017 (Mauldin, 2017).

Os cabos submarinos, assim como qualquer outro objeto estranho colocado nas águas ou no leito do mar, podem gerar impactos aos ecossistemas marinhos (Ardelean & Minnebo, 2015). Estes impactos não estão entre as principais questões ambientais que ameaçam os oceanos. Contudo, eles tornam-se relevantes em função da tendência de crescimento da utilização dos cabos submarinos, associada à constatação de que os diversos impactos antropogênicos nos ambientes marinhos têm efeito cumulativo (Costanza *et al.*, 1998; Halpern *et al.*, 2008; Sherwood, 2016).

Os impactos ambientais associados aos cabos de energia submarinos ocorrem ao longo de todas as fases do ciclo de vida do projeto, desde a obtenção da matéria prima,

fabricação e transporte do cabo à instalação, operação e, por fim, desativação.

Os impactos associados à matéria prima e à fabricação estão relacionados com o tipo de material utilizado na construção do cabo. Por não se manifestarem diretamente no ambiente marinho, os impactos nessas fases só são considerados em análises do ciclo de vida (ACV) do projeto completo (Birkeland, 2011; Worzyk, 2009).

A fase de instalação dos cabos é aquela que apresenta os maiores impactos no ambiente marinho. São identificados distúrbios relacionados a ruídos, perturbações visuais, aumento da turbidez da água, bem como danos, deslocamentos e remoções da fauna e da flora marinhas, em especial quando há a construção de trincheiras (Meibner *et al.*, 2006; Merck & Wasserthal, 2009; Richardson *et al.*, 1995; Slabbekoorn *et al.*, 2010; Worzyk, 2009; Soker *et al.*, 2000; Kraus & Carter, 2018; Dunham *et al.*, 2015; Andruliewicz *et al.* 2003; Bacci *et al.*, 2013).

Os principais impactos identificados durante a fase de operação do cabo são a introdução de um substrato artificial, os campos eletromagnéticos e a radiação térmica (Merck & Wasserthal, 2009; Worzyk, 2009; Langhamer, 2012; Kalmijn, 2000; Lohmann & Willows, 1987; Lohmann, 2007; Kirschvink *et al.*, 1986; Klastrup, 2006; Hutchison *et al.*, 2018; Taormina *et al.*, 2018; Love *et al.*, 2017a, 2017b; Kilfoyle *et al.*, 2018; Andruliewicz *et al.*, 2003; Sherwood, 2016). Os efeitos dos campos eletromagnéticos oriundos dos cabos de energia submarinos na fauna e na flora marinhas estão entre os impactos mais discutidos e apontados pelos ambientalistas no que diz respeito a esta tecnologia. Contudo, verifica-se que, apesar dos campos eletromagnéticos serem percebidos por diversas espécies, seu impacto sobre a maior parte da fauna e da flora marinhas não é relevante (Klastrup, 2006; Love *et al.*, 2017a, 2017b; Kilfoyle *et al.*, 2018; Andruliewicz *et al.*, 2003; Sherwood, 2016).

Na fase de desativação dos cabos de energia submarinos, os impactos são muito semelhantes aos da fase de instalação, ou seja, ruídos, perturbações visuais,

aumento da turbidez da água e danos à fauna e à flora marinhas (Meibner *et al.*, 2006; Merck & Wasserthal, 2009). Destaca-se que, muitas vezes, os cabos nem sequer são retirados da água no final da sua vida útil, sendo simplesmente declarados como desativados e abandonados no fundo do mar (Worzyk, 2009).

Verifica-se que os impactos ambientais associados às diversas fases da vida útil dos cabos de energia submarinos são de pequena magnitude, sendo muitos deles de curta duração. Os efeitos limitam-se a uma área de poucos metros de diâmetro ao longo do percurso do cabo. No entanto, estes impactos podem ser significativos no caso de ecossistemas marinhos mais sensíveis, como recifes de corais. Estes ecossistemas podem sofrer grandes perturbações quando ocorrem pequenas alterações do meio físico. É importante, ao definir a rota do cabo submarino, evitar regiões deste tipo, especialmente quando se tratam de áreas de proteção ambiental (Meibner *et al.*, 2006; Merck & Wasserthal, 2009; Worzyk, 2009; Taormina *et al.*, 2018). É importante destacar que os impactos ambientais gerados pela utilização dos cabos de energia submarinos ainda foram pouco estudados, sendo necessários mais estudos para se ter maior clareza sobre mesmos. (Sherwood *et al.*, 2016; Taormina *et al.*, 2018).

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é verificar a viabilidade ambiental de interligar eletricamente as ilhas de Cabo Verde por meio de cabos de energia submarinos, bem como identificar quais são as ilhas que apresentam os principais desafios ambientais para a instalação desses cabos. Isso é feito por meio do mapeamento das regiões costeiras e marinhas de Cabo Verde que são ecologicamente sensíveis aos impactos ambientais causados pelos cabos, ou seja, as regiões em que a instalação deles pode ter um efeito crítico e irreversível no ecossistema local.

2. MÉTODO

A primeira etapa do trabalho foi um *Desk Top Study* – DTS (Worzyk, 2009), ou seja, uma pesquisa documental de dados para projetos de cabos de energia submarinos. Trata-se da primeira etapa de qualquer projeto desse tipo. Foram pesquisadas bases de dados públicas, artigos científicos e produções académicas (teses, dissertações e relatórios de pesquisa), buscando-se identificar quais são os tipos de áreas ecologicamente sensíveis à instalação dos cabos de energia submarinos de Cabo Verde.

Pesquisou-se na base de dados da Imprensa Nacional de Cabo Verde as áreas de proteção ambiental do arquipélago, bem como outros tipos de regiões ou ecossistemas protegidos por lei. As áreas em que habitam espécies ameaçadas de extinção foram levantadas na base de dados Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União

Internacional para Conservação da Natureza (UICN). Outros tipos de áreas ecologicamente sensíveis marinhas ou costeiras foram buscados em artigos científicos e produções académicas por meio da ferramenta *Google Académico*, usando-se as seguintes palavras-chave (i) “sensitive marine OR coastal areas” AND “Cape Verde”; (ii) “áreas marinhas OR costeiras sensíveis” AND “Cabo Verde”.

Na segunda etapa, foram levantadas as coordenadas geográficas de todas as áreas ecologicamente sensíveis identificadas na etapa anterior. Os documentos e bases de dados em que as coordenadas geográficas de cada tipo de área foram coletadas estão detalhados nos Resultados.

A terceira etapa do trabalho foi uma pesquisa de campo para validação dos resultados obtidos na análise documental. A quarta fase foi a elaboração de mapas para a melhor visualização dos resultados. Eles foram feitos com a utilização do *software QGIS*, versão 3.2.1-Bonn. Usou-se como mapa base o *Google Maps*. O sistema de referência utilizado foi a projeção Universal Transversa de Mercator e o datum horizontal WGS 84 / *Cape Verde National*. Foi feito um mapa geral do arquipélago, na escala de 1:1.500.000 (Figura 1) e mapas em escalas menores, 1:600.000 (Figuras 2 e 3), 1:500.000 (Figura 4) e 1:300.000 (Figura 5), com apenas algumas ilhas, de modo a facilitar a visualização das informações no mapa.

3. RESULTADOS

Foram identificados quatro tipos de regiões ecologicamente sensíveis em Cabo Verde, nos quais os cabos de energia submarinos não devem ser instalados: (i) áreas protegidas; (ii) áreas em que há corais; (iii) zonas de nidificação de tartarugas; (iv) áreas em que há espécies endémicas ameaçadas de extinção.

As coordenadas geográficas das áreas protegidas foram obtidas diretamente dos Decretos-Regulamentares que delimitam sua área. Os Decretos-Regulamentares correspondentes a cada uma das áreas protegidas estão detalhados no SI – I. Destaca-se que 2 das 46 áreas protegidas (Reserva Natural dos Ilhéus Branco e Raso e a Reserva Natural dos Ilhéus do Rombo) ainda não tem sua área delimitada por Decreto-Regulamentar e, portanto, não constam no mapa elaborado.

A localização dos corais de Cabo Verde foi obtida no Plano Nacional de Gestão e Conservação de Corais, que fornece as coordenadas geográficas de todas as comunidades de corais identificadas no arquipélago (Cabo Verde, 2015). Não foi possível encontrar dados precisos das zonas de nidificação de tartarugas, visto que estas áreas, em Cabo Verde, ainda não estão devidamente catalogadas e mapeadas. Por este motivo, estas áreas não foram inseridas nos mapas.

As regiões onde os *Conus* endêmicos de Cabo Verde ameaçados ou quase ameaçados de extinção são encontrados foi obtida no site da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da UICN, que disponibiliza para *download* a distribuição geográfica de cada uma destas espécies.

A Figura 1 mostra todas as áreas ecologicamente sensíveis de Cabo Verde, onde a instalação de cabos de energia submarinos deve ser evitada. As Figuras 2, 3, 4 e 5 apresentam as mesmas informações que a Figura 1, mas focando em apenas duas ou três ilhas, de modo que seja possível ver as zonas ecologicamente sensíveis com maior detalhe.

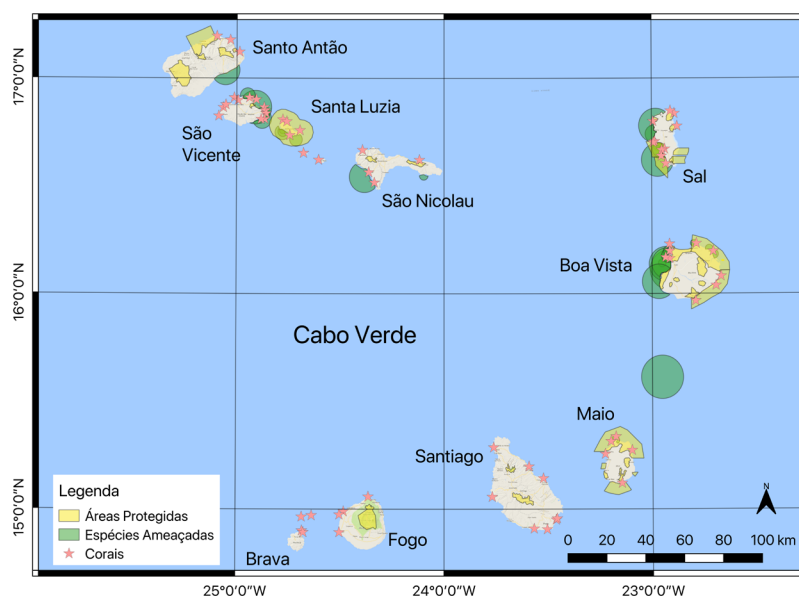


Figura 1. Mapa das áreas ecologicamente sensíveis em Cabo Verde.

Figure 1. Mapping of the Ecological sensitive areas in Cape Verde.

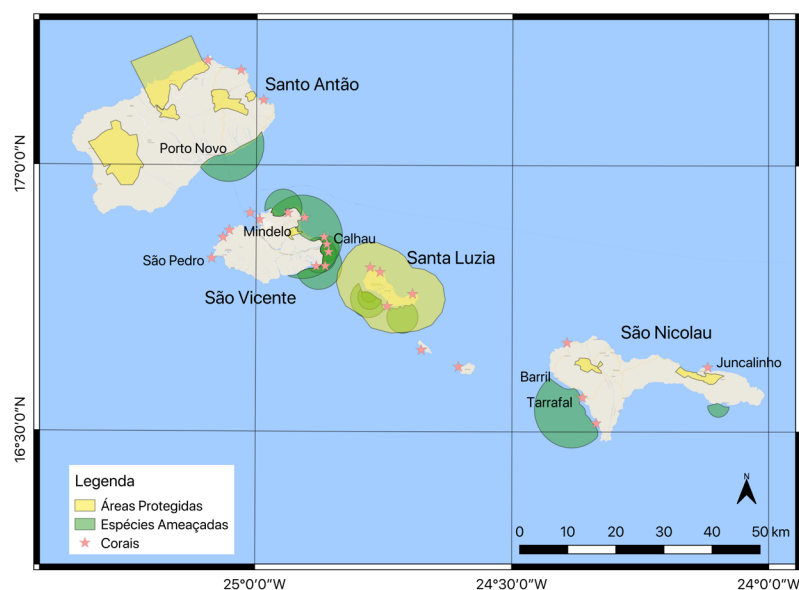


Figura 2. Mapa das áreas ecologicamente sensíveis nas ilhas de Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia e São Nicolau.

Figure 2. Mapping of the Ecological sensitive areas in the islands Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia and São Nicolau.

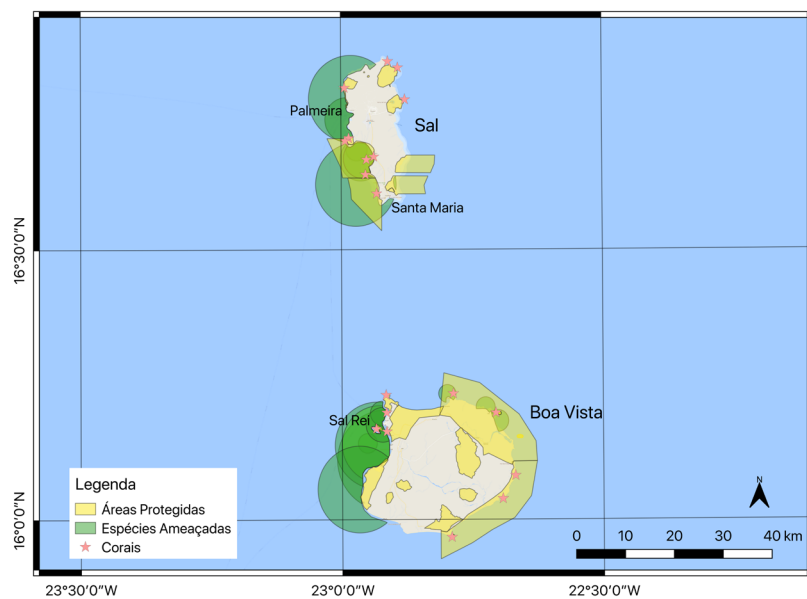


Figura 3. Mapa das áreas ecologicamente sensíveis nas ilhas do Sal e Boa Vista.

Figure 3. Mapping of the Ecological sensitive areas in the islands Sal and Boa Vista.

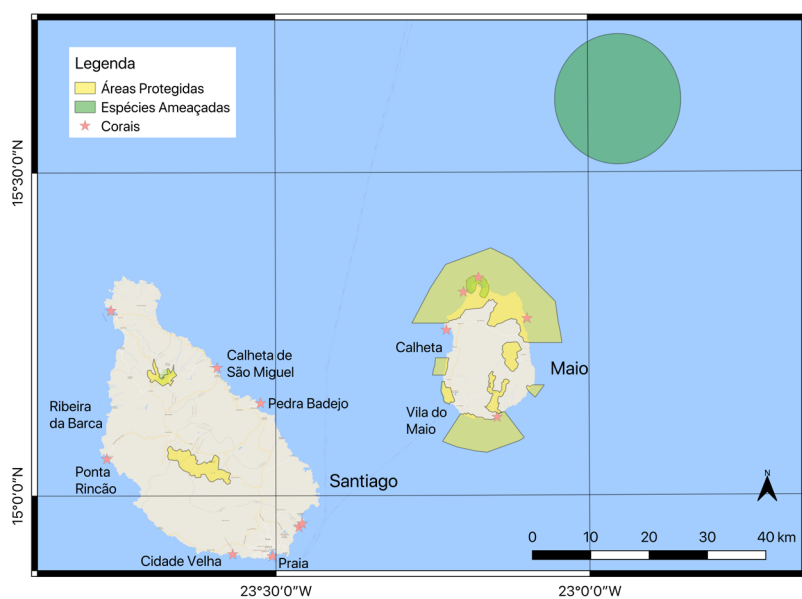


Figura 4. Mapa das áreas ecologicamente sensíveis nas ilhas de Santiago e Maio.

Figure 4. Mapping of the Ecological sensitive areas in the islands Santiago and Maio.

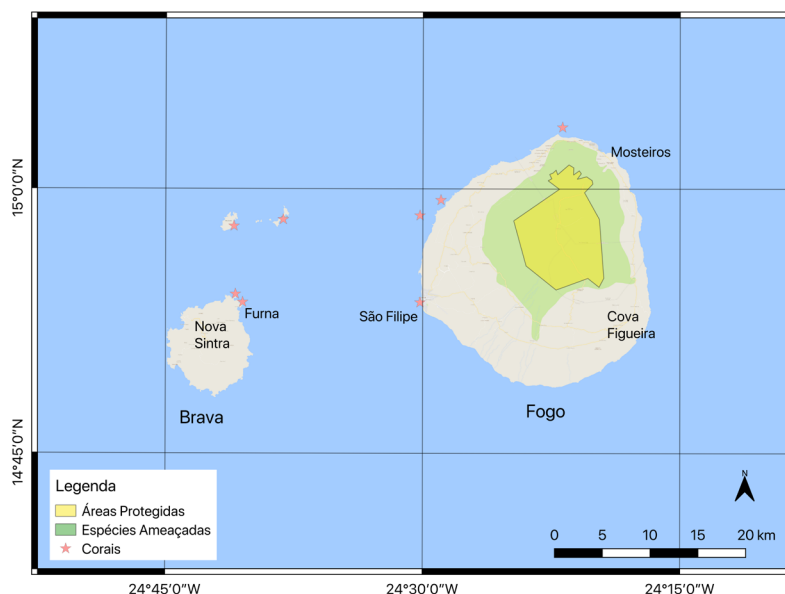


Figura 5. Mapa das áreas ecológicamente sensíveis nas ilhas do Fogo e Brava

Figure 5. Mapping of the Ecological sensitive areas in the islands Fogo and Brava.

4. DISCUSSÃO

Apresenta-se, primeiramente, a justificação da escolha das áreas que devem ser consideradas como ecológicamente sensíveis à instalação dos cabos de energia submarinos. Em seguida, discutem-se quais são as ilhas que apresentam os maiores desafios ambientais para a instalação dos cabos submarinos, verificando-se ainda se há rotas viáveis do ponto de vista ambiental para instalação desses cabos.

4.1 Áreas marinhas e costeiras ecológicamente sensíveis de Cabo Verde

A Rede Nacional de Áreas Protegidas de Cabo Verde foi instituída pelo Decreto-Lei nº 3/2003 com o objetivo de conservar a natureza e promover o desenvolvimento sustentável do país. Ela é composta por 46 áreas protegidas, das quais 26 podem ser classificadas como marinhas ou costeiras, sendo vedada a realização de atividades que alterem suas características ecológicas ou estéticas, como a instalação dos cabos de energia submarinos (Cabo Verde, 2003).

As comunidades de corais de Cabo Verde, apesar de não formarem verdadeiros recifes de corais, estão entre os principais *hotspots* de biodiversidade marinha do mundo (Lopes *et al.*, 2014; Roberts *et al.*, 2002). Por isso, é necessário evitar que os cabos de energia submarinos passem por estas comunidades, visto que os impactos sobre os corais, durante a instalação e a operação dos cabos, podem potencializar efeitos causados por ações antropogênicas já observados nos corais de Cabo Verde

(como o seu branqueamento), o que pode levar, inclusive, à sua morte. Os corais de Cabo Verde são protegidos, conforme estabelece o Plano Nacional de Gestão e Conservação de Corais, aprovado pela Resolução nº 49/2015 (Cabo Verde, 2015).

As tartarugas marinhas, embora não sofram efeitos dos cabos na maior parte de suas vidas, podem ser impactadas durante o período de nidificação, quando vão às praias construir ninhos e desovar. A instalação de cabos submarinos no trecho de chegada à praia durante o período de nidificação, pode ter um impacto crítico na reprodução destes animais, motivo pelo qual deve-se evitar a instalação de cabos submarinos em locais de nidificação. Cabo Verde é um dos principais pontos de reprodução de tartarugas, notadamente da espécie *Caretta caretta*. Estes animais são protegidos em Cabo Verde desde 2010, quando foi aprovado, por meio da Resolução nº 72/2010, o Plano Nacional para a Conservação Tartarugas Marinhas em Cabo Verde, que visa melhorar e assegurar a conservação e a utilização durável das tartarugas (Marco *et al.*, 2012; Rocha *et al.*, 2015; Cabo Verde, 2010; Lino *et al.*, 2010).

Na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da UICN, estão presentes, atualmente, 864 espécies marinhas ou costeiras presentes em Cabo Verde. Destas, 26 são classificadas como *quase ameaçadas* e outras 57 como ameaçadas em diferentes níveis: *criticamente ameaçada* (3), *ameaçada* (17) ou *vulnerável* (37). As demais, apesar de constarem na lista, estão classificadas com *status pouco preocupante* (IUCN Standards and Petitions Subcommittee, 2017).

Várias espécies ameaçadas encontradas em Cabo Verde apresentam uma distribuição global ou continental, ou seja, são encontradas também em diversas outras regiões da Terra, bem como, em todo o arquipélago de Cabo Verde. Entende-se que estas espécies não serão afetadas de maneira crítica pela instalação dos cabos de energia submarinos, dado o caráter localizado dos impactos ambientais causados por esta tecnologia. Contudo, no caso de espécies endêmicas de Cabo Verde *ameaçadas* ou *quase ameaçadas* de extinção, o impacto da instalação de cabos de energia submarinos sobre elas pode significar a sua extinção. Verifica-se que 24 das 83 espécies marinhas ou costeiras *ameaçadas* ou *quase ameaçadas* de extinção em Cabo Verde são encontradas em apenas uma ou duas localidades do arquipélago. Tratam-se de espécies de gastrópodes do gênero *Conus*. Essas espécies e sua localização estão indicadas no SI – II.

4.2 Ilhas que apresentam os maiores desafios ambientais para instalação dos cabos de energia submarinos.

As ilhas mais sensíveis ecologicamente são Sal e Boa Vista. Estas são as ilhas com mais áreas protegidas, mais espécies de *Conus* ameaçadas de extinção e mais comunidades de corais (juntamente com São Vicente). Como pode ser visto na Figura 3, a maior parte do perímetro destas duas ilhas possui algum tipo de área onde os cabos de energia submarinos não deveriam ser instalados, havendo diversas regiões em que há uma coincidência entre corais, áreas protegidas e espécies ameaçadas. Destaca-se que a cidade do Sal Rei, capital da ilha de Boa Vista, está localizada justamente numa destas regiões, o que torna difícil implantar cabos submarinos para conecta-la (Figura 3).

Outra ilha importante do ponto de vista ambiental é São Vicente. Apesar de possuir apenas uma área protegida, o Parque Natural Monte Verde, esta é a ilha que possui o maior número de comunidades de corais (11), bem como várias espécies ameaçadas de *Conus* (5). Na Figura 2, é possível ver que a maior parte das áreas sensíveis está localizada ao leste e ao norte da ilha. As regiões mais propícias para a ligação dos cabos submarinos são, portanto, ao sul e ao sudoeste de São Vicente.

A ilha do Maio não possui tantas comunidades de corais ou espécies ameaçadas quanto Sal, Boa Vista e São Vicente, mas é a terceira ilha com mais áreas protegidas (sete). Destaca-se que a maior parte delas está na zona costeira, o que pode dificultar a interligação energética desta ilha por meio dos cabos de energia submarinos (Figura 4). Praticamente toda a região norte e o sul da ilha do Maio são áreas de proteção ambiental, o que impede a implantação dos cabos nessas regiões. Contudo, verifica-

se que, na capital da ilha, Vila do Maio, não há qualquer zona ecologicamente sensível; embora localizada entre duas áreas protegidas. Assim, os cabos poderiam seguir por rotas sem prejuízo aos ecossistemas locais.

Outra região de grande interesse ambiental é a ilha de Santa Luzia. Toda sua área está compreendida dentro da Reserva Natural Marinha de Santa Luzia (Figura 2), englobando quatro comunidades de corais e quatro espécies de *Conus* ameaçadas de extinção. Por ser uma ilha desabitada, ela não precisa ser interligada energeticamente às demais ilhas de Cabo Verde. Contudo, ela está localizada entre as ilhas de São Vicente e São Nicolau, de modo que o cabo de energia submarino de interligação destas duas ilhas deve evitar a região marinha da Reserva Natural Marinha de Santa Luzia, o que pode implicar numa rota de implantação mais longa.

Algumas cidades que poderiam receber os cabos de energia submarinos possuem espécies de *Conus* ameaçadas de extinção ou comunidades de corais em suas zonas costeiras. São elas: Praia, Pedra Badejo, Ponta Rincão, São Filipe, Furna, Santa Maria, Palmeira, Juncalinho, Tarrafal, Barril, São Pedro e Porto Novo. Ressalta-se que, nesses casos, apesar da existência das zonas ecologicamente sensíveis, por não haver áreas protegidas, a instalação dos cabos submarinos é possível. Contudo, isso dependerá de uma análise detalhada do leito marinho na região, de forma a identificar rotas para o cabo que não passe diretamente sobre os corais ou sobre as espécies ameaçadas.

De forma alternativa, é possível, se necessário, que os cabos sejam instalados nestas áreas sem a utilização de trincheiras, como foi feito no caso do cabo *SA.PE.I.*, na Itália (BACCI *et al.*, 2013); o que minimizaria o impacto ambiental. Destaca-se que essa segunda opção exigiria a realização de um estudo detalhado de impacto ambiental para avaliar se a instalação dos cabos sem trincheiras teria ou não algum efeito crítico nos corais ou nas espécies ameaçadas.

Uma terceira opção é que o cabo de energia submarino não chegue exatamente nas cidades citadas, mas em regiões próximas, evitando passar nas áreas com espécies ameaçadas ou corais. Isso implicaria na necessidade de se expandir a rede aérea de transmissão de energia existente na ilha em questão até o ponto em que o cabo chega em terra. Logo, apesar de ser a melhor solução em termos ambientais, ela apresenta custos de instalação maiores.

Por fim, destaca-se que a principal espécie de tartaruga que se reproduz em Cabo Verde, a *Caretta caretta*, se reproduz majoritariamente na ilha da Boa Vista, em particular no lado oeste. Outros locais com número significativo de ninhos são o oeste da ilha do Maio, a ilha de Santa Luzia e o sul da ilha do Sal. A nidificação

nas demais ilhas é considerada rara (Marco *et al.*, 2012; Rocha *et al.*, 2015; Cabo Verde, 2010; Taylor; Cozens, 2010; Lino *et al.*, 2010). Logo, a maior parte da nidificação ocorre em áreas protegidas, como a Reserva Natural da Tartaruga, indicadas nos mapas. A Instalação de cabos submarinos no trecho de chegada à praia durante o período de nidificação pode ter um impacto crítico na reprodução das tartarugas. No entanto, após instalados, desde que devidamente protegidos para evitar o contato com os animais, os cabos não devem ter qualquer impacto nas tartarugas. Assim, o impacto pode ser mitigado evitando-se a instalação dos cabos de energia submarinos nos trechos de chegada à praia durante o período de reprodução das tartarugas; que, em Cabo Verde, ocorre entre junho e outubro (Marco *et al.*, 2012; Rocha *et al.*, 2015).

5. CONCLUSÕES

A integração energética das ilhas de Cabo Verde só será possível por meio da utilização de cabos de energia submarinos devido à distância entre as ilhas. Estes cabos, apesar de apresentarem impactos ambientais localizados e de pequena magnitude, podem ter efeitos críticos em ecossistemas ecologicamente sensíveis. Assume-se que, em Cabo Verde, regiões sensíveis são as comunidades de corais, as áreas protegidas, as zonas de nidificação de tartarugas, e os locais em que são encontradas espécies endêmicas ameaçadas de extinção.

A locação, em mapas, das áreas em que há ecossistemas ou espécies que podem ser criticamente impactadas pelos cabos de energia submarinos permite distinguir quais os maiores desafios ambientais para a instalação destes cabos em Cabo Verde. As ilhas com mais regiões sensíveis são Sal e Boa Vista, onde são poucas as zonas costeiras em que os cabos podem ser instalados, e Santa Luzia, que está dentro de uma Reserva Natural Marinha. Maio e São Vicente também se mostram como locais críticos: Maio, pelo grande número de áreas protegidas; São Vicente, por possuir diversas comunidades de corais e espécies de *Conus* ameaçadas de extinção em suas costas.

Contudo, as restrições ambientais não inviabilizam a utilização dos cabos de energia submarinos em Cabo Verde: em muitos casos, os cabos podem ser levados diretamente para as principais cidades; nos casos mais complexos, será necessário levar o cabo a uma região afastada das cidades, devendo-se expandir a rede aérea de transmissão de energia até o ponto em que o cabo chegará à superfície. A exceção é a ilha de Santa Luzia. No entanto, por tratar-se de uma ilha desabitada, não é necessário interligá-la energeticamente ao restante do arquipélago.

Por fim, recomenda-se que seja feito a catalogação e o mapeamento oficial das zonas de nidificação de tartarugas marinhas em Cabo Verde, o que deve favorecer ações de preservação dessas áreas. Sugere-se ainda evitar a instalação dos cabos nas praias durante a temporada de nidificação das tartarugas, entre junho e outubro, especialmente nas ilhas de Boa Vista, Sal e Maio.

REFERÊNCIAS

- Andrulewicz, E.; Napierska, D.; Otremba, Z. (2003) - The environmental effects of the installation and functioning of the submarine SwePol Link HVDC transmission line: a case study of the Polish Marine Area of the Baltic Sea. *Journal of Sea Research*, 49(4):337-345.
- Ardelean, M.; Minnebo, P. (2015) - *HVDC Submarine Power Cables in the World: State-of-the-Art Knowledge*. European Commission, Netherlands.
- Bacci, T.; Rende, S.F.; Nonnis, O.; Maggi, C.; Izzi, A.; Gabellini, M.; Massara, F.; Tullio, L.D. (2013) - Effects of laying power cables on a *Posidonia oceanica* (L.) Delile prairie: the study case of Fiune Santo (NW Sardinia, Italy). *International Coastal Symposium*, SP 1(65):868-873. DOI: 10.2112/SI65-147.1
- Birkeland, C. (2011) - *Assessing the life cycle environmental impacts of offshore wind power generation and power transmission in the North Sea*. Master's Thesis (Master of science in energy and environment) – Department of Energy and Process Engineering, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Brisner, H. (1976) - Submarine Power Cables. In: OCEANS '76, 1976, Washington. Proceedings... Washington: IEEE, 79-82. DOI: 10.1109/OCEANS.1976.1154191.
- Cabo Verde. (2003) - Decreto-Lei nº 3/2003 de 24 de fevereiro de 2003. Estabelece o regime jurídico dos espaços naturais, paisagens, monumentos e lugares que merecem uma proteção especial e integrar-se na Rede Nacional de Áreas Protegidas. *Boletim Oficial*, Praia, I Série, (5):52-60.
- Cabo Verde (2010) - Resolução no 72/2010 de 13 de dezembro de 2010. Aprova o Plano Nacional para a Conservação das Tartarugas Marinhas em cabo Verde (PNCTMCV). *Boletim Oficial*, Praia, I Série, (48):2031-2058.
- Cabo Verde. (2015) - Resolução nº 49/2015 de 11 de junho de 2015. Aprova o Plano Nacional de Gestão e Conservação de Corais. *Boletim Oficial*, Praia, I Série, (35):1106-1147.
- Cabo Verde. (2017) - *Intended Nationally Determined Contribution of Cabo Verde*. Praia, 2017.
- Costanza, R.; Andrade, F.; Antunes, P.; Belt, M.V.D.; Boersma, D.; Boesch, D.F.; Catarino, F.; Hanna, S.; Limburg, K.; Low, B.; Molitor, M.; Pereira, J.G., Rayner, S.; Santos, R.; Wilson, K.J., Young, M. (1998) - Principles for sustainable governance of the oceans. *Science*, 281(5374):198-199.
- Dunham, A.; Pegg, J.R.; Carolsfeld, W.; Davies, S.; Murfitt, I.; Boutillier, J. Effects of submarine power transmission cables on a glass sponge reef and associated megafaunal community. (2015) - *Marine Environmental Research*, 107:50-60. DOI: 10.1016/j.marenvres.2015.04.003
- Gharavi, H.; Ghafurian, R. (2011) - Smart grid: The electric energy system of the future. *Proceedings of the IEEE*, New York, 99(6):917-921. DOI: 10.1109/JPROC.2011.2124210

- Giddens, A. (2011) - *The Politics of Climate Change*. Polity Press, Cambridge, UK. ISBN: 978-0-745-65514-7
- Halpern, B.S.; Walbridge, S.; Selkoe, K.A.; Kappel, C.V.; Micheli, F.; D'Agrosa, C.; Bruno, J.F.; Casey, K.S.; Ebert, C.; Fox, H.E.; Heinemann, D.; Lenihan, H.S.; Madin, E.M.P.; Perry, M.T.; Selig, E.R.; Spalding, M.; Steneck, R.; Watson, R. (2008) - A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865):948-952v. 319, n. 5865, p. 948-952. DOI: 10.1126/science.1149345
- Headrick, D.; Griset, P. (2001) - Submarine telegraph cables: Business and Politics, 1838-1939. *Business History Review*, 75(3): 543-578.
- Hutchinson, Z.; Sigray, P.; He, Haibo.; Gill, A.; King, J.; Gibson, C. (2018) - *Electromagnetic field (EMF) impacts on elasmobranch (shark, rays and skates) and American lobster movement and migration from direct current cables*. U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy management, Sterling, OCS Study BOEM 2018-003.
- IUCN. *The IUCN Red List of Threatened Species*. (2018) - Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/search/link/5a8c2654-72564916>>, último acesso 20/08/2018.
- IUCN. *The IUCN Red List of Threatened Species*. (2018) - In: <<http://www.iucnredlist.org/>>, último acesso 20/08/2018.
- IUCN Standards And Criteria Subcommittee. (2017) - *Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria*. Disponível em <<http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/RedListGuidelines.pdf>>, último acesso 20/02/2018.
- Kalmijn, A. (2000) - Detection and processing of electromagnetic and near-field acoustic signals in elasmobranch fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 355(1401): 1135-1141.
- Kilfoyle, A.K.; Jermain, R.F.; Dhanal, M.R.; Huston, J.P.; Spieler, R.E. (2018) - Effects of EMF emissions from undersea electric cables on coral reef fish. *Bioelectromagnetics*, 39(1): 35-52. DOI: 10.1002/bem.22092
- Kirschvink, J.L.; Dizon, A.E.; Westphal, J.A. (1986) - Evidence from strandings for geomagnetic sensitivity in cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, 120(1):1-24.
- Klaustrup, M. (2006) - Few effects on the fish communities so far. In: DONG Energy; Vattenfall AB; Danish Energy Authority; Danish Forest and Nature Agency. *Danish offshore wind: Key environmental issues*, pp. 64-79.
- Kraus, C.; Carter, L. (2018) - Seabed recovery following protective burial of subsea cables – Observations from the continental margin. *Ocean Engineering*, 157:251-261. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2018.03.037
- Langhamer, O. (2012) - Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: State of the art. *The Scientific World Journal*, 2012:1-8. DOI:10.1100/2012/386713
- Lino, S.; Gonçalves, E.; Cozens, J. (2010) - The loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) on Sal Island, Cape Verde: Nesting activity and beach surveillance in 2009. *Archipelago. Life and Marine Sciences*, 27:59-63.
- Lohmann, K.; Willows, A. (1987) - Lunar-modulated geomagnetic orientation by a marine mollusk. *Science*, 235(4786):331-334.
- Lohmann, K. (2007) - Sea turtles: Navigating with magnetism. *Current Biology*, 17(3):R102-R104. DOI: 10.1016/j.cub.2007.01.023
- Lopes, E.; Freitas, R.; Silva, O. (2014) - Os corais de Cabo Verde: Um património a proteger. *Revista Internacional em Língua Portuguesa*, III(27):45-64.
- Love, S.M.; Nishimoto, M.M.; Snook, L.; Schroeder, D.M.; Bull, A.S. (2017a) - A comparison between fishes and invertebrates living in the vicinity of energized and unenergized submarine power cables and natural sea floor off southern California, USA. *Journal of Renewable Energy*, 2017:1-13. DOI: 10.1155/2017/8727164
- Love, S.M.; Nishimoto, M.M.; Scott, C.; McCrea, M.; Bull, A.S. (2017b) - Assessing potential impacts of energized submarine power cables on crab harvest. *Continental Shelf Research*, 151(1):23-29. DOI: 10.1016/j.csr.2017.10.002
- Luo, X.; Wang, J.; Dooner, M.; Clarke, J. (2015) - Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation. *Applied Energy*, 137:511-536. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.09.081
- Marco, A.; Abella, E.; Liria-Loza, A.; Martins, S.; López, O.; Jiménez-Bordón, S.; Medina, M.; Oujo, C.; Gaona, P.; Godley, B.J.; López-Jurado, L.F. (2012) - Abundance and exploitation of loggerhead turtles nesting in Boa Vista island, Cape Verde: The only substantial rookery in the eastern Atlantic. *Animal Conservation*, 15(4):351-360. DOI:10.1111/j.1469-1795.2012.00547.x
- Mauldin, A. (2017) Frequently asked questions: Submarine cables 101. *TeleGeography*. Disponível em <<https://blog.telegeography.com/frequently-asked-questions-about-undersea-submarine-cables>>, último acesso em 15/02/2018.
- Meibner, K.; Schabelon, H.; Bellebaum, J.; Sordyl, H. (2006) - *Impacts of submarine cables on the marine environment: A literature review*. Institute of Applied Ecology, Neu Broderstorf.
- Merck, T.; Wasserthal, R. (2009) - *Assessment of the environmental impacts of cables*. Biodiversity Series: OSPAR Commission.
- Richardson, W.; Greene, C.; Malme, C.; Thomson, D. (1995) - *Marine mammals and noise*. 575p., Academic Press, San Diego. ISBN: 9780125884419
- Roberts, C.M.; McClean, C.J.; Veron, J.E.N.; Hawkins, J.P.; Allen, G.R.; McAllister, D.E.; Mittermeier, C.G.; Schueler, F.W.; Spalding, M.; Wells, M.; Wynne, C.; Werner, T.B. (2002) - Marine biodiversity hotspots and conservation for tropical reefs. *Science*, 295(5558):1280-1284. DOI: 10.1126/science.1067728
- Rocha, R.P.; Melo, T.; Rebelo, R.; Catry, P. (2015) - A significant nesting population of loggerhead turtles at the Nature Reserve of Santa Luzia, Cabo Verde. *Chelonian Conservation and Biology*, 14(2): 161-166. DOI: 10.2744/CCB-1143.1
- Sherwood, J.; Chidgey, S.; Crockett, P.; Gwyther, D.; Ho, P.; Stewart, S.; Strong, D.; Whitely, B.; Williams, A. (2016) - Installation and operational effects of a HVDC submarine cable in a continental shelf setting Bass Strait, Australia. *Journal of Ocean Engineering and Science*, 1(4):337-353. DOI: 10.1016/j.joes.2016.10.001
- Slabbekoorn, H.; Bouton, N.; Opzeeland, I.; Coers, A.; Cate, C.; Popper, A.N. (2010) - A noisy spring: The impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(7):419-427. DOI: 10.1016/j.tree.2010.04.005
- Soker, H.; Rehfeldt, K.; Santjer, F.; Strack, M. (2000) - *Offshore Wind Energy in the North Sea: Technical possibilities and ecological considerations*. Greenpeace.

- Taormina, B.; Bald, J.; Want, A.; Thouzeau, G.; Lejart, M.; Desroy, N.; Carlier, A. (2018) - A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96:380-391. DOI: 10.1016/j.rser.2018.07.026
- Taylor, H.; Cozens, J. (2010) - The effects of tourism, beachfront development and increased light pollution on nesting loggerhead turtles *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) on Sal, Cape Verde Islands. *Zoologia Caboverdiana*, 1(2):100-111.
- Worzyk, T. (2009) - *Submarine power cables: design, installation, repair, environmental aspects*. Springer, Berlin. ISBN: 978-3-642-01269-3.

SUPPORTING INFORMATION I

DESAFIOS AMBIENTAIS PARA A INTERLIGAÇÃO DAS ILHAS DE CABO VERDE POR CABOS DE ENERGIA SUBMARINOS

SI -1 - Áreas Protegidas de Cabo Verde

Ilha / Ilhéu	Tipo⁽¹⁾	Nome da Área Protegida	Área terrestre (ha)	Área Marinha (ha)	Área Total (ha)	Decreto-Regulamentar que delimita a área da AP
Boa Vista	PP	Monte Caçador e Pico Forcado	3.357	0	3.357	nº 14/2014
	RN ^(*)	Ilhéu de Baluarte	8	87	95	nº 4/2013
	RN ^(*)	Ilhéu dos Pássaros	1	38	39	nº 11/2013
	RN ^(*)	Ilhéu de Curral Velho	1	41	42	nº 16/2013
	RN ^(*)	Ponta do Sol	465	283	748	nº 11/2014
	RN ^(*)	Boa Esperança	3.631	379	4.010	nº 16/2014
	RN ^(*)	Morro de Areia	2.131	436	2.567	nº 17/2014
	RN ^(*)	Tartaruga	1.439	13.436	14.875	nº 14/2013
	PN ^(*)	Norte	8.910	13.137	22.047	nº 5/2013
	MN ^(*)	Ilhéu de Sal-Rei	89	0	89	nº 12/2014
	MN	Monte Santo António	459	0	459	nº 13/2014
	MN	Monte Estância	739	0	739	nº 10/2013
	PP	Curral Velho	1.635	0	1.635	nº 9/2013
	MN	Rocha Estância	253	0	253	nº 15/2014
Maio	RN ^(*)	Casas Velhas	131	6.495	6.626	nº 32/2014
	PN ^(*)	Norte da Ilha de Maio ⁽²⁾	4.716	20.887	25.603	nº 38/2014
	RN	Terras Salgadas ⁽²⁾	Desclassificada			nº 38/2014
	RN ^(*)	Lagoa Cimidor	51	406	457	nº 33/2014
	RN ^(*)	Praia do Morro	102	565	667	nº 34/2014
	PP ^(*)	Barreiro e Figueira	1.081	0	1.081	nº 37/2014
	PP ^(*)	Salinas de Porto Inglês	401	134	535	nº 30/2014
	PP	Monte Penoso e Monte Branco	1.117	0	1.117	nº 31/2014
	PP	Monte Santo António ⁽²⁾	Desclassificada			nº 38/2014
Santa Luzia	RN ^(*)	Marinha de Santa Luzia	3.427	27.318	30.745	nº 40/2014
Branco e Raso	RN ^(*)	Ilhéus Branco e Raso	-	-	-	Não delimitado

Ilha / Ilhéu	Tipo ⁽¹⁾	Nome da Área Protegida	Área terrestre (ha)	Área Marinha (ha)	Área Total (ha)	Decreto-Regulamentar que delimita a área da AP
Sal	PP ^(*)	Salinas de Pedra, de Lume e Cagaral	802	0	802	nº 10/2014
	RN ^(*)	Costa da Fragata	346	2.347	2.693	nº 15/2013
	RN ^(*)	Ponta do Sinó	96	5.651	5.747	nº 12/2013
	RN ^(*)	Rabo de Junco	154	0	154	nº 5/2014
	RN ^(*)	Serra Negra	331	2.296	2.627	nº 13/2013
	MN	Morrinho de Açúcar	5	0	5	nº 9/2014
	MN	Morrinho do Filho	12	0	12	nº 6/2014
	PP ^(*)	Monte Grande	1.309	0	1.309	nº 7/2014
	PP	Salinas de Santa Maria	69	0	69	nº 8/2013
	RN ^(*)	Baía da Murdeira	182	5.925	6.107	nº 4/2014
	PP ^(*)	Buracona-Ragona	545	0	545	nº 8/2014
Fogo	PN	Fogo	8.469	0	8.469	nº 3/2008
Santo Antão	PN	Moroços	818	0	818	nº 17/2013
	PP ^(*)	Pombas	312	0	312	nº 2/2014
	PN	Tope de Coroa	8.492	0	8.492	nº 3/2014
	PN	Cova, Riveira Paúl e Torre	2.092	0	2.092	nº 7/2013
	PNM ^(*)	Cruzinha	4.433	8.054	12.488	nº 36/2014
São Vicente	PN	Monte Verde	312	0	312	nº 6/2013
São Nicolau	RN	Monte do Alto das Cabaças	1.325	0	1.325	nº 1/2014
	PN	Monte Gordo	952	0	952	nº 10/2007
Santiago	PN	Serra Malagueta	774	0	774	nº 19/2007
	PN	Serra do Pico de Antónia	2.873	0	2.873	nº 11/2015
Rombo	RN ^(*)	Ilhéus do Rombo	-	-	-	Não delimitado

- Os tipos indicados equivalem às seguintes designações do Decreto-Lei nº 3/2003: PP – Paisagem Protegida; RN – Reserva Natural; MN – Monumento Natural; PN – Parque Natural; PNM – Parque Natural Marinho. Áreas protegidas assinaladas com (*) abrangem regiões marinhas e/ou costeiras.
- A Reserva Natural de Terras Salgadas e a Paisagem Protegida de Monte Santo António foram desclassificadas da Rede Nacional de Áreas Protegidas e suas áreas incorporadas ao Parque Natural do Norte da Ilha de Maio, por meio do Decreto-Regulamentar nº 38/2014.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no Decreto-Lei nº 3/2003 e nos Decretos-Regulamentares indicados na própria tabela.

SUPPORTING INFORMATION II

DESAFIOS AMBIENTAIS PARA A INTERLIGAÇÃO DAS ILHAS DE CABO VERDE POR CABOS DE ENERGIA SUBMARINOS

SI -2 - Gastrópodos do gênero *Conus* de Cabo Verde ameaçados de extinção presentes na Lista Vermelha da UICN

Espécie	Status na Lista Vermelha ⁽¹⁾	Ilha em que é encontrada	Local em que é encontrada
<i>ateralbus</i>	A	Sal	Região de Calheta - Baía da Mordeira até a Baía do Algodoeiro
<i>atlanticoselvagem</i>	QA	Nenhuma	Montanha submersa João Valente
<i>crotchii</i>	A	Boa Vista	Região sudoeste, 10 km ao sul do Sal Rei
<i>cuneolus</i>	A	Sal	Região Sudoeste, da Baía da Murdeira até a Baía da Santa Maria
<i>curralensis</i>	QA	Santa Luzia	Sudoeste de Santa Luzia
<i>decoratus</i>	V	São Vicente e Santa Luzia	São Vicente - Região oeste - Calhau até Saragasa; Santa Luzia - Região sudoeste - Curral
<i>denizi</i>	QA	São Vicente	Praia Grande
<i>derrubado</i>	QA	Boa Vista	Norte de Boa Vista
<i>diminutus</i>	QA	Boa Vista	Baía do Sal Rei e Morro de Areia
<i>evorai</i>	QA	Boa Vista	Praia Zebraca, Baía das Gatas e ilhéu do Sal Rei
<i>felitae</i>	V	Sal	Região Oeste - Norte da Baía de Murdeira
<i>fernandesii</i>	A	Santo Antão	Região Sul - Porto Novo
<i>fontonae</i>	V	Sal	Região Noroeste - Regona até Petinha
<i>josephinae</i>	QA	Boa Vista e Maio	Boa Vista - Flanco oeste da ilha - Ponto do Rincão até Morro de Areia; Maio - Navio Querado até Baía do Galeão
<i>kersteni</i>	QA	São Nicolau	Tarrafal
<i>lugubris</i>	CA	São Vicente	Região Norte - Baía de Salamansa até Ponta Marigou e Ponta Fragata
<i>luquei</i>	QA	Boa Vista	Baía das Gatas
<i>mordeirae</i>	CA	Sal	Região Sudoeste - Baía da Mordeira
<i>navarroii</i>	QA	São Vicente e Santa Luzia	São Vicente - Calhau; Santa Luzia - Praia Francisca
<i>regonae</i>	V	Sal	Região Norte - Pedro lume até a Ponta de Rabo de Junco
<i>salreiensis</i>	CA	Boa Vista	Região Noroeste - Baía Teodora e Sal Rei
<i>saragasae</i>	QA	São Vicente e Santa Luzia	São Vicente - Calhau e Baía da Saragassa; Santa Luzia - Água Doce e Curral
<i>teodorae</i>	V	Boa Vista	Região Noroeste - Baía Teodora e Sal Rei
<i>trochulus</i>	QA	Boa Vista	Baía de Sal Rei até Curral Velho

- Os status indicados equivalem às seguintes designações da Lista Vermelha da UICN: CA – Criticamente Ameaçada; A – Ameaçada; V – Vulnerável; QA – Quase Ameaçada.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em <<http://www.iucnredlist.org/>>.

Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal Zone Management

The influence of small human settlements on marine litter in the northeast coast of Brazil

A influência de pequenos assentamentos humanos no lixo marinho na costa nordeste do Brasil

Emerson Campos Barbosa Júnior^{@, 1}, Fabio Luís Galvão da Silva^{1, 2}, Verena Henschen Meira^{1, 3}, Karla Morato^{1, 4}, Enée Gottschalk^{1, 5}, Gabriela de la Rosa^{1, 6}, Yuri Costa^{1, 7}

[@] Corresponding author: emersonjr25@hotmail.com

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Rua Barão de Geremoabo, s/n, Campus de Ondina, Salvador, Bahia, 40170-115, Brazil

² Email: fgalvao3@gmail.com

³ Email: verenahm@gmail.com

⁴ Email: karlamorato@hotmail.com

⁵ Email: enee_pgm@hotmail.com

⁶ Email: gabrielavanegas.delarosa@gmail.com

⁷ Email: yuricost@gmail.com

ABSTRACT: The influence of small human settlements on the distribution of marine litter is not well known. We investigated the potential contribution of such settlements in the distribution of the abundance and richness of macro litter (>1 cm) along a beach stretch in the northeast coast of Brazil coast. In order to investigate if the garbage would increase near coastal villages, we collected stranded marine litter in 45 transects, along 8.1 km of the beach stretch, including the ocean front of two small human settlements (Siribinha and Poças). We used a generalized additive model (GAM) and found greater waste richness in Siribinha and between Siribinha and Poças. No clear variation trend was evidenced in the amount of marine litter along the sampling sites. This indicate an unsystematic pattern of the distribution of litter near small villages, opposing to patterns observed in large urban centers. Therefore, litter produced far away may be a worse problem, then local litter, in remote coastal areas.

Keywords: Brazil, debris, pollution.

RESUMO: *A influência dos pequenos assentamentos humanos na distribuição do lixo marinho não é bem conhecida. Investigamos a contribuição potencial de tais assentamentos na distribuição da abundância e riqueza de macro lixo (>1 cm) ao longo de uma faixa de praia na costa nordeste no Brasil. A fim de investigar se o lixo aumentaria próximo às vilas costeiras, coletamos lixo marinho encalhado em 45 transectos, ao longo de 8,1 km de faixa de praia, incluindo a frente de dois pequenos assentamentos humanos (Siribinha e Poças). Utilizamos um modelo aditivo generalizado (GAM) e encontramos maior riqueza de resíduos em Siribinha e entre Siribinha e Poças. Nenhuma tendência de variação clara foi evidenciada na quantidade de lixo marinho ao longo dos locais de amostragem. Isto indica um padrão não sistemático da distribuição de lixo perto de pequenas vilas, em oposição aos padrões observados nos grandes centros urbanos. Portanto, lixo produzido longe pode ser um problema pior, do que lixo local, em áreas costeiras remotas.*

Palavras-chave: *Brasil, detritos, poluição.*

1. INTRODUCTION

Marine litter is of major concern in coastal and oceanic environments (Galgani *et al.* 2015; Iñiguez *et al.* 2016). Impacts of macro litter (*i.e.* > 0.1 cm) are associated with human health and safety, aesthetic, economic impacts and mortality of marine organisms by ingestion and entanglement (Goldberg 1995; Sheavly and Register 2007; Gall and Thompson 2015). Besides these direct impacts, marine litter also contributes to the spread of pollutants (Carpenter *et al.* 1972; Islam and Tanaka 2004), opportunistic pathogens (Goldberg 1995; Zettler *et al.* 2013) and contributes to introduction of invasive species (Barnes 2002).

The main items that compose marine litter are generally products of human consumption activity. One of its sources is the continent, where materials are used and discarded, reaching the marine environment through watercourses, winds or sewage. Another source is the litter generated by human offshore activities. These sources range from recreational activity (tour boats) to industrial activities such as fishing vessels, merchant, military and oil platforms (Sheavly and Register 2007).

Marine litter can virtually be found in all oceanic and coastal regions of the globe, carrying its impacts from places like sandy beaches in large cities to remote sites such as oceanic islands and Antarctic region (Barnes 2002). Due to this potential for dispersal and impact caused by marine litter, researchers have turned their attention to describing spatial patterns and composition of litter around the globe.

Coastal environments have been the subject of many studies on marine macro litter (Ivar do Sul and Costa 2007; Galgani *et al.* 2015; Iñiguez *et al.* 2016). Some researchers have attempted to describe the distribution of macro residues in these environments (*e.g.* Smith *et al.* 2014; Portman and Brennan 2017). The main patterns found are related to the distribution and composition of garbage, such as increase in the amount of garbage

near large urban centers (Leite *et al.* 2014) and large accumulations of garbage in places where humans are present (Sseptiningtiyas *et al.* 2018) - most situations the plastic is main item found (Ivar do Sul and Costa 2007; Smith *et al.* 2014; Iñiguez *et al.* 2016). Another important topic investigated by researchers is the economic cost of cleaning up and recovering the damages caused by marine litter (McIlgorm *et al.* 2011).

The litter found in coastal regions may come from sources such as: the ocean (waste brought by an interaction of ocean currents, waves and wind), the disposal by local beach users and from nearby cities (Coe and Rogers 1997; Ribic *et al.* 2012). It is well documented that sites close to big cities have a greater abundance and richness of waste material (*e.g.* Leite *et al.* 2014; Becherucci *et al.* 2017) and a large part of the studies on the distribution of macro waste are carried out in large cities (Ivar do Sul and Costa 2007). Nevertheless, litter accumulation is not only observed near large urban centers but also in to remote beaches in remote islands and in Antarctica (Barnes *et al.* 2009), carried by the action of ocean currents and winds.

Watts *et al.* (2017) carried out monthly systematic surveys over six years on nine beaches and observed that, despite monthly cleaning efforts and efforts to reduce littering by visitors, there was an increase of up to 120% in amount of litter on the studied beaches, mainly plastic fragments associate with the marine source. Therefore, small urban settlements may receive a larger litter load from far locations than what is locally produced. These results reveal the need for greater concern on the part of public authorities and the population regarding floating waste, especially plastics.

Regarding the destination of solid waste, Brazilian legislation has made great progress with the National Policy on Solid Waste (Brazil 2010 – NPSW: Law n° 12,305). This law articulates the Public power, productive sector and civil society in policies that seek to balance environmental preservation and sustainable economic

development. NPSW establishes selective collection, recycling, waste treatment and environmentally appropriate final disposal of waste. In addition, it assigns responsibility for hazardous waste companies (e.g. pesticides, batteries and electronic components) to structure and implement, regardless of the public cleaning system, reverse logistics systems. However, results from this type of policy may not be effective and floating waste produced in large urban centers may reach more distant locations.

Although we know the magnitude of the influence of large urban centers and that litter from ocean sources also contributes to the accumulation of litter on beaches, the contribution of small urban settlements (*i.e.* villages) on the distribution of garbage on adjacent beaches is still unknown. This can be associated to the difficulty of access and associated logistical constraints (Ivar do Sul and Costa 2007). Although there are already some studies on isolated beaches (Taffs and Cullen 2005, Smith *et al.* 2014), sparsely populated areas (Eriksson *et al.* 2013) and small human settlements (Taffs and Cullen 2005, Bennett-Martin *et al.* 2015; Becherucci *et al.* 2017; Portman and Brennan 2017; Sseptiningtiyas *et al.* 2018), these were not intended to investigate the contribution of these sites to the distribution of waste.

The present study aims to investigate the contribution of small human settlements on the distribution of the abundance and richness of macro waste (>1 cm) along a beach stretch in Bahia, northeast Brazil. Our hypothesis was that the beach stretch near the small villages of Siribinha and Poças would present a greater amount and variety of garbage.

2. MATERIALS AND METHODS

The study area is located in a continuous sandy beach, about 8 km long, located in the municipality of Conde, northeastern Brazil (Fig. 1, Supplementary data Fig.3). The villages of Siribinha and Poças are located in this beach stretch, both villages have about 500 inhabitants and the distance between them is about 4 km. The municipality of Conde has 26 thousand inhabitants (IBGE 2018), distancing itself 170 km from Salvador (BA, Brazil) and 120 km from Aracaju (SE, Brazil), which are the closest large cities. Siribinha and Poças are approximately 10 km away from the center of Conde. Several well-preserved habitats can be found at this region, such as mangroves, sand dunes, exposed and protected beaches and costal reefs. Fishing is the main subsistence activity for the residents of the region.

We investigated the distribution of macro residues along the beach stretch starting at the beginning of the Barra region, following the village of Siribinha and ending at the end of Poças village (Fig. 1). We established the first point 180 m from the beginning of the Barra region and 44 other sampling points equidistant 180 m between them, totaling about 8 km from point 1 (Fig. 1). At each sampling point, a transect was established orthogonal to the coast. The transects were four meters wide in width and length ranged from the water line at low tide to the beginning of dune vegetation (varied between 6 and 36 meters), where we collected all the macro residue found (> 1 cm). The collected materials were sorted by type, making up different categories (*i.e.* plastics, wood, metal, building materials, glass and multi materials). Sub-categories were created in each of them to identify

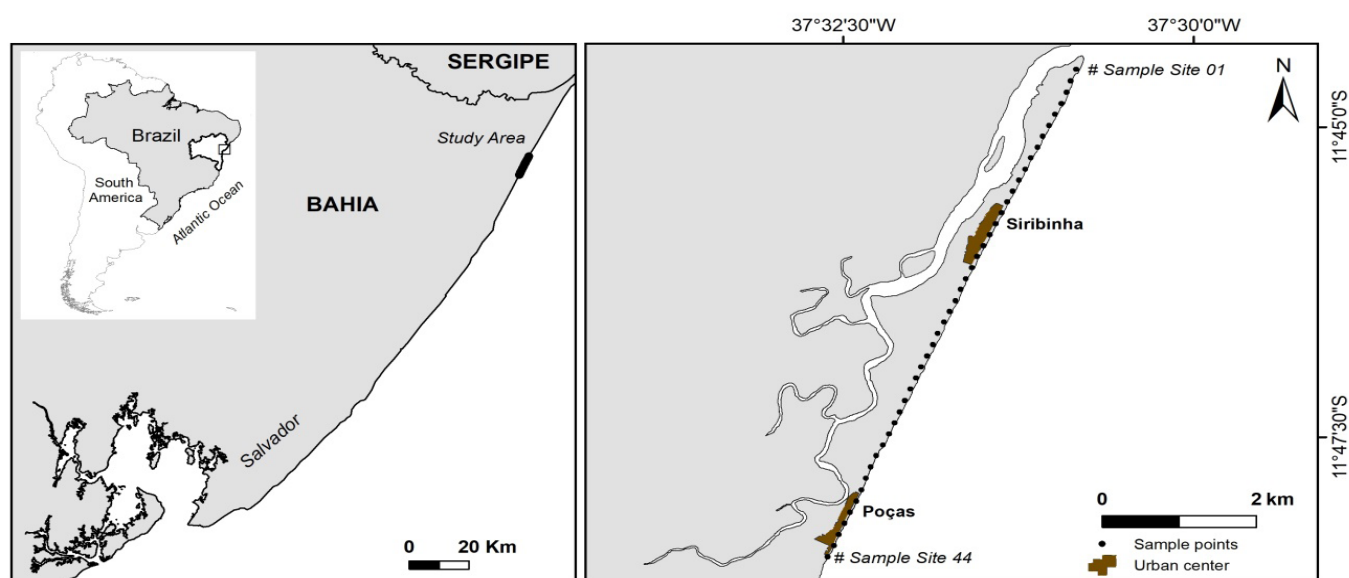


Figure 1. Localization and distribution of the sampling points in the beach stretch located at the municipality of Conde (BA).

Figura 1. Localização e distribuição dos locais de amostragem ao longo da faixa de praia localizada na municipalidade do Conde (BA).

the different objects within each category (adapted from Leite *et al.* 2014). In this way, the richness of the materials (Supplementary data Table 1) was estimated. We used these values to estimate the total abundance of materials, including their types and the richness of materials (*i.e.* variety of materials).

The data of materials total abundance of each category (*e.g.* plastic, wood, and metal) and of the richness along the sample points were analyzed using generalized additive models (GAM) (R Development Core Team, 2016). We chose this approach because it allows us to capture non-linear relationships, allowing the test of our hypothesis that there will be greater quantity and variety of garbage near the villages (two Gaussian curves). To investigate the potential differences due to the different sampled areas (*i.e.* beach length), we tested if there would be a statistically significant relationship between the extent of the collection site (*i.e.* beach length) and the total amount and richness of litter sampled (Supplementary data Figs 1 and 2).

In addition, we performed the Shapiro-Wilk normality test to evaluate the normality of the distribution of our data and the Breusch-Pagan homogeneity of variance test to verify if our data had a homogeneous variance. These tests were done for the charts of richness and total abundance, as these were the only ones that were part of our hypothesis. We established the “alpha” of 0.05.

3. RESULTS

We collected a total of 1,501 items, separated into six residue categories (Table 1). The main material found was plastic (89.2%), followed by residues of wood (6%), building material (2.4%), metal (1.7%), glass (0.3%) and varied materials (0.3%). Among materials of all kinds, the most recurrent items were plastic fragments (soft at 39 points, hard at 21 points, flexible at 30 points, plastic bottle cap (21 points), and styrofoam (27 points) (more details in Supplementary Material 1). Examples of garbage from the subcategories are: (a) plastic - PET bottle, fragments and nylon; (b) wood - coconuts, paper and coal; (c) building material - cement, bricks and tile fragments; (d) metal - tin, aluminum paper and wire; (e) glass - bottle and fragment; and (f) multi materials - absorbent and cigarette lighter (Supplementary data Datasheet 1).

The data of litter richness and litter total abundance passed the normality test ($p = 0.08$) and the homogeneity test ($p = 0.50$). There was no statistically significant relationship between the extent of the collection site and: (a) the total amount of waste sampled ($p = 0.26$, $R^2 = 0.006$); and (b) nor with the richness of sampled material ($p = 0.45$, $R^2 = 0.009$), so there was no bias in our collected data (Supplementary data Figs. 1 and 2).

Table 1. Total amount (abundance) of Litter of each type of collected material.

Tabela 1. Quantidade total (abundância) de lixo por tipo de material

Litter Categories	Number of items	Relative abundance (%)
Plastic	1340	89.3
Wood	90	6.0
Building material	36	2.4
Metal	25	1.7
Glass	5	0.3
Other (varied materials)	5	0.3
Total	1501	100

We found no obvious tendency of increase or decrease in the amount of macro litter along the sample points ($p = 0.28$, $R^2 = 0.05$) (Fig. 2a). We found a significantly greater richness of macro residues ($p = 0.03$, $R^2 = 0.17$) along the village of Siribinha and along the region between Siribinha and Poças, demonstrated by the decrease curve in Barra and Poças and increase in the central points (Fig. 2b). Among the most abundant materials there were plastic fragments (soft - 471 items, hard - 126 items, flexible - 99 items), plastic bottle cap (77 items), styrofoam (132 items), and nylon (85 items) (Supplementary data Datasheet 1).

We found greater quantity of metal in the village of Siribinha and in the region between Siribinha and Poças, although in this case most of the observed values were low (Fig. 2d). We found greater quantity of wood in the village of Siribinha and its vicinity - we also found a greater abundance of wood near the village of Poças, next to the village, towards Siribinha (Fig. 2c). Plastic showed a similar distribution to that of the total abundance of macro residues due to its large abundance in almost all sample points (Fig. 2e). We found: (a) nearby the village of Poças: large quantities of plastic; and (b) nearby the village of Siribinha: plenty of plastic (Fig. 2e), wood (Fig. 2c - mainly 2 items - 24 fragments of paper and 9 fragments of wood) and construction material (point 16 - 31 items - 86% of materials collected from this category). Building materials, glass and other (varied materials) were restricted to few points (less than 5 sample points). Additionally, at points (*i.e.* 13, 29, 30, 35 and 37) litter was trapped in patches of wrecked river vegetation (Supplementary data Fig. 4) and garbage associated with it, causing disparity in abundance values (Fig. 2). On the other hand, in the Barra region and in the village of Poças, we found a small amount of macro residue in almost all the sites collected (Fig. 2).

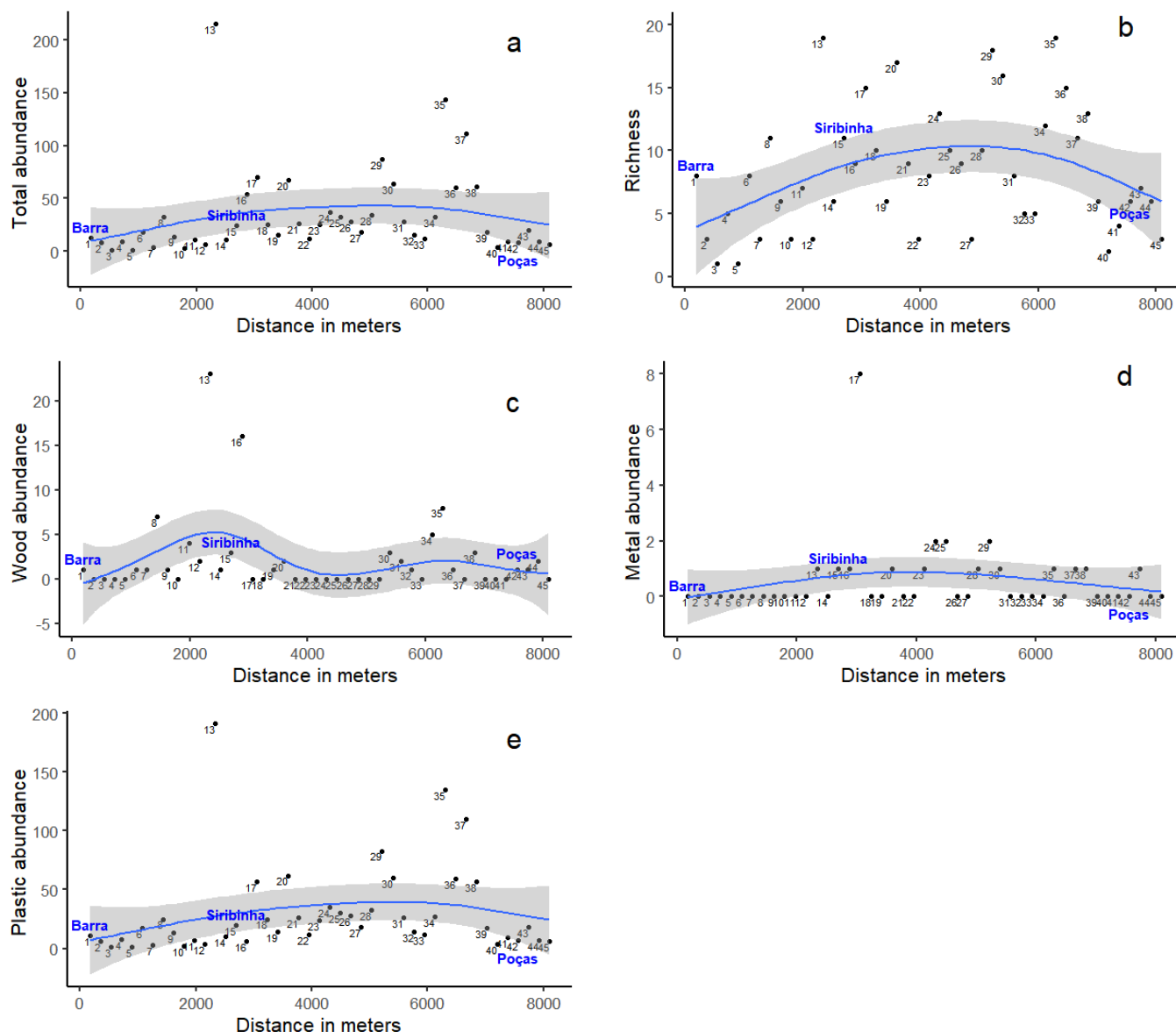


Figure 2. Distribution of macro residues (> 1 cm) along the beach stretch in a part of the coast of the municipality of Conde (BA) - the total extension of the village of Siribinha are transects 13, 14, 15, 16 and 17 (point 15 corresponds to the center of the village) and the Poças extension are points 40, 41, 42, 43 and 44 (point 42 corresponds to the center of the village). a) Distribution of total abundance of macro residues ($p = 0.28$ $R^2 = 0.05$). b) Distribution of richness of macro residues ($p = 0.033$ $R^2 = 0.17$). c) Distribution of abundance of wood. d) Distribution of the abundance of metal. e) Distribution of abundance of plastic.

Figure 2. Distribuição de macro-resíduos (>1 cm) ao longo da praia na linha de costa da Municipalidade de Conde (BA) - a extensão total da vila Siribinha corresponde aos pontos 13, 14, 15, 16 e 17 (o ponto 15 corresponde ao centro da vila). A extensão de Poças corresponde aos pontos 40, 41, 42, 43 e 44 (o ponto 42 corresponde ao centro da vila). a) distribuição total da abundância de macro resíduos ($p=0.28$ $R^2=0.05$). b) distribuição de riqueza de macro resíduos ($p=0.033$ $R^2=0.17$). c) distribuição da abundância de madeira. d) distribuição da abundância de metal. e) distribuição da abundância de plástico.

4. DISCUSSION

Our main results contradict our expectations that there would be greater abundance and richness of litter in the coastal region near the villages. Two possible causes for this result are that: (1) exotic litter (oceanic or farway produced) accumulation is larger than local one; and (2) local community practices, since the municipality and

the small shopkeepers (who have beach stalls), clean up beach stretches near the places where chairs and umbrellas are placed for visitors. The contribution of this clean up likely is unequal, depending on the site, amount and does not seem to have efficiency for some types of materials, such as wood (due to its size and shape – in Siribinha region), fragments of plastics and litter of smaller size.

In the region of Siribinha and between Siribinha and Poças there is a greater abundance and variety of litter, possible due to non-local sources and also small types of plastic fragments (<10cm, > 1cm) that are not usually collected. Contrary to results found in big cities (e. g. Leite *et al.* 2014; Becherucci *et al.* 2017), with an increase in the distance from the village (in the region between villages), there was an increase in the amount of garbage. In the region of Barra, part of the composition of the macro residues were of foreign origin (pers. obs.), suggesting that these have come across the ocean. Possibly there is a great contribution of oceanic litter acting as a whole along this region. Thus, there may be oceanic litter produced in large Brazilian urban centers reaching the most remote locations. This possibility seems to indicate that despite the advance of the National Solid Waste Policy (NSWP), there is still need for a better articulation between the actors involved (*i.e.* State, society and the productive sector) in relation to the production and proper disposal of litter, especially plastic (most abundant material), prioritizing measures for this kind of material in municipal solid waste plans.

We observed that high amounts of litter associated (*i.e.* trapped) wrecked river vegetation (Supplementary data Fig. 4). The points with such vegetation showed the higher abundance and richness and this may have an effect in the detected patterns. Therefore, we reanalyzed our data by excluding this points (data were normal, homogeneous, and without bias) (Supplementary data Fig. 5) but observed similar trends. Nevertheless the total abundance of garbage ($p = 0.02$ $R = 0.20$) and abundance of plastic ($p = 0.01$ $R = 0.23$) were also significant. These analyses also showed a significant increase in the amount of garbage region of Siribinha and between Siribinha and Poças (general pattern for total abundance, richness and abundance of plastic). Therefore, reassuring our previously described patterns.

The abundance of plastic waste in our study coincides with the results of other studies (Derraik 2002; Santos *et al.* 2009; Debrot *et al.* 2013; Leite *et al.* 2014), which shows that this material is the main solid pollutant found on the beaches. Derraik (2002) suggested that the large amount of plastic found among the marine litter may be related to the fact that plastic is a lightweight, resistant, durable, cheap, which presents buoyancy and with a long reach of dispersion, being this one of the major causes of environmental problems in present days. Thus, this item represents a global problem and may even reach remote places such as uninhabited oceanic islands (Lavers *et al.* 2019).

There seems to be no marked contribution of residues near the two studied small villages, our results differed

from our expectations and that of the villages investigated by Taffs and Cullen (2005) and Bennett-Martin *et al.* (2015). The latter authors examined coastal villages with different population size with the beach separated by distance categories and showed that most of the small communities had fewer debris. Studies in isolated beaches or sparsely populated areas observed higher (*e.g.* Smith *et al.* 2014, 4,520 items; Eriksson *et al.* 2013, 6,389 items) or similar number of litter items (Becherucci *et al.* 2017; 2,226) to our study. We observed that several studies did not formally tested for differences (likely due to the absence of hypothesis), used very different methodologies and did not show raw data, hampering possible comparisons with our study.

CONCLUSIONS

The village of Siribinha presented relatively more macro residues than Poças, and, contrary to our expectations, the area with the greatest abundance and richness of waste was the region between these settlements. This indicates that there is a great contribution of oceanic litter along the coastline and an unsystematic pattern of the distribution of garbage near small villages. Opposing to patterns observed in large urban centers, there was an increase in the amount of marine litter with distance from the village (in the region between villages). The two villages, with approximately the same population number, have different amounts of litter. Litter from oceanic sources presents a higher risk of pollution to beaches near the small villages. It is suggested that the next studies classify the waste according to its origin, because some of this oceanic litter may be produced in large Brazilian urban centers. This may confirm the suspicion that despite the advance of the National Solid Waste Policy (NSWP), the integration between the State, society and productive sector to reduce the problem of waste is still incipient.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank CAPES, CNPq and FAPESB for scholarships and the Graduate Program in Ecology for funding.

REFERENCES

- Barnes, D.K. (2002) – Biodiversity: invasions by marine life on plastic debris. *Nature* 416: 808–809. DOI: 10.1038/416808a
- Barnes, D. K.; Galgani, F.; Thompson, R. C.; Barlaz, M. (2009) – Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526): 1985–1998. DOI: 10.1098/rstb.2008.0205
- Becherucci, M. E.; Rosenthal, A. F.; Seco Pon, J. P. (2017) – Marine debris in beaches of the Southwestern Atlantic: An assessment of

- their abundance and mass at different spatial scales in northern coastal Argentina. *Marine Pollution Bulletin*, 119(1): 299–306. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.04.030
- Bennett-Martin, P.; Visaggi, C. C.; Hawthorne, T. L. (2015) – Mapping marine debris across coastal communities in Belize: developing a baseline for understanding the distribution of litter on beaches using geographic information systems. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(10). DOI: 10.1007/s10661-016-5544-4
- Brazil (2010) – National Policy on Solid Waste (NPSW). *Ministry of the Environment of Brazil*, Law n° 12,305.
- Carpenter, E.J.; Anderson, S.J.; Harvey, G.R.; Miklas, H.P.; Peck, B.B. (1972) – Polystyrene Spherules in Coastal Waters. *Science* 178: 750–753. DOI: 10.1126/science.178.4062.750
- Coe J. M.; Rogers D. (1997) – Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions. *Springer-Verlag New York*. DOI: 10.1007/978-1-4613-8486-1
- Debrot, A. O.; van Rijn, J.; Bron, P. S.; de León, R. (2013) – A baseline assessment of beach debris and tar contamination in Bonaire, Southeastern Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 71(1–2): 325–329. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2013.01.027
- Derraik, J. G. B. (2002) – The pollution of the marine environment by plastic debris : a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44: 842–852.
- Eriksson, C.; Burton, H.; Fitch, S.; Schulz, M.; van den Hoff, J. (2013) – Daily accumulation rates of marine debris on sub-Antarctic island beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 66(1–2): 199–208. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2012.08.026
- Galgani F.; Hanke G.; Thomas M. (2015) – Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter. Chapter 2, Bergmann *et al.* Book: *Marine anthropogenic litter*, 1–447. DOI: 10.1007/978-3-319-16510-3
- Gall, S. C.; Thompson, R. C. (2015) – The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, 92(1–2): 170–179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
- Goldberg, E. D. (1995) – Emerging problems in the coastal zone for the twenty-first century. *Marine Pollution Bulletin*, 31(4–12): 152–158. DOI: 10.1016/0025-326X(95)00102-S
- Iñiguez, M. E.; Conesa, J. A.; Fullana, A. (2016) – Marine debris occurrence and treatment: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64: 394–402. DOI: 10.1016/j.rser.2016.06.031
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2018 – Estimativas de população do município do Conde, BA. *Governo Federal, Brasil*. <https://cidades.ibge.gov.br/>
- Islam, M. S.; Tanaka, M. (2004) – Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: A review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 48(7–8): 624–649. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2003.12.004
- Ivar do Sul, J. A.; Costa, M. F. (2007) – Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here? *Marine Pollution Bulletin*, 54(8): 1087–1104. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2007.05.004
- Lavers, J.L.; Dicks, L.; Dicks, M.R.; Finger, A. (2019) – Significant plastic accumulation on the Cocos (Keeling) Islands, Australia. *Nature: Sci. Rep.*, 9: 1–9. DOI: 10.1038/s41598-019-43375-4
- Leite, A. S.; Santos, L. L.; Costa, Y.; Hatje, V. (2014) – Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. *Marine Pollution Bulletin*, 81(1): 242–247. doi:10.1016/j.marpolbul.2014.01.032
- McIlgorm, A.; Campbell, H.F.; Rule, M.J. (2011) – The economic cost and control of marine debris damage in the Asia-Pacific region. *Ocean Coast. Manag.* 54: 643–651. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2011.05.00
- Portman, M. E.; Brennan, R. E. (2017) – Marine litter from beach-based sources: Case study of an Eastern Mediterranean coastal town. *Waste Management*, 69: 535–544. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.07.040
- R Development Core Team (2016) – R: A language and environment for statistical computing. *R Found. Stat. Comput.* DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004
- Ribic, C. A.; Sheavly, S. B.; Rugg, D. J.; Erdmann, E. S. (2012) – Trends in marine debris along the U.S. Pacific Coast and Hawai'i 1998–2007. *Marine Pollution Bulletin*, 64(5): 994–1004. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2012.02.008
- Santos, I. R.; Friedrich, A. C.; Ivar do Sul, J. A. (2009) – Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 148(1–4): 455–462. DOI: 10.1007/s10661-008-0175-z
- Sheavly, S.B.; Register, K.M.; (2007) – Marine debris and plastics: Environmental concerns, sources, impacts and solutions. *J. Polym. Environ.* 15: 301–305. DOI: 10.1007/s10924-007-0074-3
- Sseptiningtiyas, D. T.; Sakinah, W.; Listriyana, A. (2018) – The Estimation of Volume and Type of Household Waste in the Coastal Village , Besuki, 01020.
- Smith, S. D. A.; Gillies, C. L.; Shortland-Jones, H. (2014) – Patterns of marine debris distribution on the beaches of Rottnest Island, Western Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 88(1–2): 188–193. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.09.007
- Taffs, K. H.; Cullen, M. C. (2005) – The distribution and abundance of Beach debris on isolated beaches of northern New South Wales, Australia. *Australasian Journal of Environmental Management*, 12(4): 244–250. DOI: 10.1080/14486563.2005.10648655
- Watts, A.J.R.; Porter, A.; Hembrow, N.; Sharpe, J.; Galloway, T.S.; Lewis, C. (2017) – Through the sands of time: Beach litter trends from nine cleaned north cornish beaches. *Environ. Pollut.* 228: 416–424. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.05.016
- Zettler, E.R.; Mincer, T.J.; Amaral-Zettler, L. (2013) – Life in the “plastisphere”: Microbial communities on plastic marine debris. *Environ. Sci. Technol.* 47: 7137–7146. DOI: 10.1021/es401288x

Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal
Zone Management

