

Revista de Gestão Costeira Integrada

**Journal of Integrated Coastal
Zone Management**

Volume 21(1): March 2021

ISSN 1646-8872



Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal Zone Management



APRH
ASSOCIAÇÃO
PORTUGUESA DOS
RECURSOS HÍDRICOS



U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO



UAAlg CIMA
UNIVERSIDADE DO ALGARVE



UFRN
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE



Volume 21, Issue 1
March 2021

Editorial Board

Francisco Taveira Pinto

Editor-in-Chief

<fpinto@fe.up.pt>

Paulo Rosa-Santos

Associate Editor

<pjrsantos@fe.up.pt>

Tiago Ferradosa

Associate Editor

<tferdadosa@fe.up.pt>

Marcus Pollete

Section Editor

<mpolette13@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>

Guillermo Jorge Villalobos Zapata

Section Editor

<gjvillal@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 Ciencias e Tecnologia, Edificio 7, Campus Universitario de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal.
e-mail: cima@ualg.pt web page: <http://www.cima.ualg.pt>
- UNIVALI - Universidade do Vale do Itajai, Rua Uruguaí, 458 - Centro, Itajai, 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: imprensauc@ci.uc.pt web page: http://www.uc.pt/imprensa_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

Francisco Taveira Pinto, Paulo Rosa Santos

ISSN: 1646-8872

Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal Zone Management

21(1) - March 2021

Table of Contents

Editorial Note

Francisco Taveira-Pinto, Paulo Rosa-Santos e Tiago Fazeres-Ferradosa

Integrated Coastal Zone Management: preservation, adaptation and monitoring..... 5-9

Articles

Atila Foster Klein Gunnewiek, Patrícia Dalsoglio Garcia, Tiago Zenker Gireli e Jorge Luiz Alves Trabanco

Referenciais Verticais Baseados no Nível Médio da Água do Mar e seus Impactos nas Zonas Costeiras Brasileiras – Estudo de Caso: Santos, Brasil..... 11-24

Francisca Cinara Araújo & Rafaela Camargo Maia

O Uso do Gastrópode *Melampus coffea* (Ellobiidae) (Linnaeus, 1758) Como Indicador Ecológico do Estado de Degradação Ambiental de Manguezais..... 25-32

Carlos Germano Ferreira Costa

Disaster Management and Climate Adaptation Roadmap for Coastal Cities based on UNDRR's Ten Essentials..... 33-53

Renata Balsamo Dias, Andrea Rabinovici e Daniela Ferro de Godoy

Projeto de Monitoramento de Praias (PMP): potencialidades e limites para a conservação costeira e marinha..... 55-63

Editorial note / Nota editorial

INTEGRATED COASTAL ZONE MANAGEMENT: PRESERVATION, ADAPTATION AND MONITORING

GESTÃO INTEGRADA DAS ZONAS COSTEIRAS: PRESERVAÇÃO, ADAPTAÇÃO E MONITORIZAÇÃO

Francisco Taveira-Pinto¹, Paulo Rosa-Santos¹ e Tiago Fazeres-Ferradosa¹

Given the rising complexity of coastal habitats and littoral regions, integrated coastal zone management has, nowadays, a broad spectrum of key scientific areas whose symbiotic coexistence is required for a meaningful protection of coastal resources. Various fields of engineering, e.g. the environmental, coastal and civil engineering play an important role in the definition of proper strategies for integrated coastal zone management. Recent and relevant contributions focusing the enhancement of multidisciplinary research on coastal management have already been published by the Journal of Integrated Coastal Zone Management (e.g., Taveira-Pinto *et al.*, 2020a, 2020b, 2020c). As a starting volume for 2021, a set of novel contributions is compiled on three main areas of expertise: coastal preservation, climate change adaptation and monitoring.

Coastal preservation in face of climate change gains additional importance, as extreme events and increased variance in met-ocean data pose new challenges on design of coastal protection structures (Lemos *et al.*, 2020), modelling of coastal hydro- and morphodynamics (Oliveira *et al.*, 2019; Pinho *et al.*, 2020), biological preservation and exploitation of coastal species (De Freitas *et al.*, 2019), among several other equally important topics.

One of the most notorious aspects of climate change is the sea level rise. This aspect is consistently recognised of added importance for future studies related to coastal zones. In this issue, Gunnewiek *et al.*, (2021) provides a study on currently used vertical datum records in Brazil and how using a unique vertical datum, in a country with such a long shoreline, may contribute to increase the uncertainty related to the Brazilian local coastal management policies. In this research work, the Santos city (Brazil) case study is used to show the discrepancies between mean sea level and measured topographic beach profiles, taken up to the surf zone, and the records available from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), which is responsible for the topographic maps at the national level. The differences in the mean sea water level from IBGE's information and the locally available data were noticed to vary from 20.9 to 57.9 cm for two different locations. This work highlights the importance of using local sources instead of a unique vertical datum in countries with long shorelines, which typically show a considerable spatial and temporal variation of the mean sea water levels. Gunnewiek *et al.*, (2021) provides an interesting engineering case that finds parallel application into several other locations and cases World-wide. Thus, being a suitable contribution to the topics of coastal preservation, monitoring and climate change.

Considering climate change effects in coastal management implies the establishment of an extensive and detailed set of coastal management policies that account for practical measures of climate change adaptation, including the required focus on the numerous aspects of coastal social, economic and anthropogenic activities (e.g., Alves *et al.*, 2017; dos Santos *et al.*, 2017).

¹ Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Civil, Secção de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Grupo de Estruturas Hidráulicas e Energia do Mar.

Aligned with this need, Costa (2021) presents a roadmap for disaster risk management planning for coastal urban areas based on the United Nations Office for Disaster Risk Reduction Ten Essentials (UNDRR, 2012). This work contributes to the informed discussion on the institutional framework's role in local adaptation and design thinking of urban-development planning processes at coastal regions. Additionally, it highlights the importance of the design of adaptive processes according to local initiatives to improve the control and monitoring of coastal risks and vulnerabilities. Costa (2021) provides a useful conceptual tool to enable a straightforward understanding of the complex relations of authority, capabilities and control of resources, which becomes useful for professionals dealing with the topics of climate change adaptation, coastal preservation and resilience.

On the topic of coastal monitoring applied to regions under the influence of oil and gas activities, Dias *et al.*, (2021) provides a detailed study on the impacts of oil extraction, production and distribution activities on the safety and rehabilitation of local natural species. This study is in line with recent contributions published by this journal on the importance of a sustainable relationship between important economic activities and the coastal habitats monitoring and preservation, e.g. De Andrade *et al.*, (2018) or Paiva *et al.*, (2020). Dias *et al.*, (2021) analyses two case studies: the monitoring beach program at Campos and Espírito Santo Bay and the program at Santos Bay Phase 1. The importance of the Monitoring Beach Programs on the description and control of human activities in these regions is highlighted and discussed, including their importance in emergency situations. Results indicate a lack of populations' engagement on the initial planning activities of these monitoring programs, as well as a lack of general data access that could enhance the knowledge of marine and coastal regions, under the influence of the oil and gas industry. Additionally, Dias *et al.*, (2021) highlights the positive impact that beach monitoring programs have on oil leaking and similar emergency situations as well as in the establishment of fauna's rehabilitation. This study stands as a worthwhile reading to promote a better understanding on the coastal regions' interaction between the environment and socio-economic activities related to exploitation of marine resources.

The anthropogenic influence on coastal regions remains as a key factor of environmental disturbance, thus being widely important to promote monitoring activities that enable a proper analysis of coastal habitats based on ecological indexes related to both fauna and flora species, e.g. Medeiros *et al.*, (2018) or Souto (2015). Owing to such an important research line, Araújo and Maia (2021) provide a novel ecological study on three deforested and three conserved mangroves located along the Brazilian coast. Study areas with 100 m² for each location were defined and the species *Malampus Coffea* was evaluated as a potential ecological indicator for deforested mangroves. The variations noted in the size and population density of this species were compared between deforested and conserved areas. Additionally, the species distribution was related with structural parameters of the mangroves. Araújo and Maia (2021) show that the specie's distribution is directly influenced by the availability and quality of the mangrove forest resources, and that the specie's abundance was larger in the conserved areas. This study points out to the importance of forestation and vegetation presence in coastal regions as an important component of coastal tropical ecosystems, where mangroves provide important areas for feeding, breeding and sheltering of numerous marine species. This research provides insights on the importance of a sustainable preservation of coastal habitats, thus backing up state-of-the-art knowledge that currently prioritizes the practice of coastal engineering supported on nature-based solutions and integrated management solutions.

The present issue of the Journal of Integrated Coastal Zone Management gathers an interesting set of works with a broad and multidisciplinary scope that focus the importance of climate change adaptation, coastal preservation and monitoring. A set of case studies is given with a considerable potential for application in many other similar locations. Therefore, this set of research works stands as an appealing reading for all practitioners of a sustainable and responsible Coastal and Marine Integrated Management.

*Dada a crescente complexidade dos habitats costeiros e das regiões litorais, a gestão integrada da zona costeira tem, atualmente, um amplo espectro de áreas científicas cuja coexistência simbiótica é necessária para uma efetiva proteção dos recursos costeiros. Várias áreas da engenharia, por exemplo, as engenharias ambiental, costeira e civil, desempenham um papel importante na definição das estratégias mais adequadas para a gestão integrada da zona costeira. Contribuições recentes e muito relevantes, centradas em investigação multidisciplinar aplicada à gestão costeira, foram já publicadas pela Revista Gestão Costeira Integrada (e.g., Taveira-Pinto *et al.*, 2020a, 2020b, 2020c). Neste primeiro volume de 2021, é compilado um conjunto de contribuições inovadoras em três áreas principais de especialização: preservação costeira, adaptação às alterações climáticas e monitorização.*

Perante as alterações climáticas em curso, a preservação costeira ganha uma importância adicional, uma vez que os eventos extremos e o aumento da variabilidade das ações do ambiente marítimo colocam novos desafios à conceção das estruturas de proteção costeira (Lemos et al., 2020), à modelação da hidro e morfodinâmica costeira (Oliveira et al., 2019; Pinho et al., 2020), à preservação biológica e à exploração das espécies costeiras (De Freitas et al., 2019), entre vários outros tópicos igualmente importantes.

Um dos aspetos mais notórios das alterações climáticas é a subida do nível médio da água do mar. Este aspetto é consistentemente reconhecido como de importância acrescida para os estudos futuros relacionados com as zonas costeiras. Neste número, Gunnewiek et al., (2021) apresenta um estudo sobre os níveis de referência atualmente utilizados no Brasil e sobre como a utilização de uma referência única a nível nacional, num país com uma linha de costa tão extensa, pode contribuir para aumentar a incerteza relacionada com as políticas locais de gestão costeira do Brasil. Neste trabalho, o estudo de caso da cidade de Santos (Brasil) é utilizado para mostrar as diferenças entre o nível médio da água do mar e os perfis topográficos medidos das praias, até à zona de rebentação, e os registos disponíveis do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que é o responsável pelos mapas topográficos a nível nacional. Verificou-se que as diferenças no nível médio da água do mar, comparando a informação do IBGE com os dados disponíveis localmente, variavam entre 20,9 cm e 57,9 cm para dois locais diferentes. Este trabalho realça a importância de utilizar fontes locais em vez de uma referência vertical única em países com linhas de costa muito extensas, que normalmente apresentam uma considerável variação espacial e temporal do nível médio da água do mar. Gunnewiek et al., (2021) apresenta assim um interessante caso de engenharia que encontra aplicação em vários outros locais e casos a nível mundial. Assim, trata-se de uma contribuição relevante para os tópicos de preservação costeira, monitorização e alterações climáticas.

Considerar os efeitos das alterações climáticas na gestão costeira implica o estabelecimento de um extenso e pormenorizado conjunto de políticas de gestão costeira, com medidas práticas de adaptação aos seus efeitos, incluindo o enfoque necessário nos numerosos aspetos das atividades sociais, económicas e antropogénicas (e.g., Alves et al., 2017; dos Santos et al., 2017). Alinhado com esta necessidade, Costa (2021) apresenta um roteiro para o planeamento da gestão do risco de desastres nas zonas urbanas costeiras com base nos dez fundamentos essenciais das Nações Unidas para a Redução do Risco de Catástrofes (UNDRR, 2012). Este trabalho contribui também para a discussão informada sobre o papel do quadro institucional na adaptação local e no pensamento e conceção dos processos de planeamento do desenvolvimento urbano nas regiões costeiras. Além disso, destaca a importância da criação de processos adaptativos, de acordo com iniciativas locais, para melhorar o controlo e a monitorização dos riscos e vulnerabilidades costeiras. Costa (2021) fornece uma ferramenta conceptual útil para permitir uma compreensão direta das complexas relações de autoridade, responsabilidade e controlo de recursos, que se torna útil para os profissionais que lidam com os temas da adaptação às alterações climáticas, preservação e resiliência costeira.

Sobre o tema da monitorização costeira aplicada às regiões sob a influência das atividades petrolíferas e de captação de gás natural, Dias et al., (2021) fornece um estudo detalhado sobre os impactos da extração, produção e distribuição de petróleo na segurança e reabilitação das espécies naturais locais. Este estudo está em consonância com contribuições recentes publicadas por esta revista sobre a importância de uma relação sustentável entre atividades económicas importantes e a monitorização e preservação dos habitats costeiros, por exemplo, De Andrade et al. (2018) ou Paiva et al., (2020). Dias et al., (2021) analisa dois casos de estudo: o programa de monitorização de praias em Campos e na Baía do Espírito Santo e o programa na Fase 1 da Baía de Santos. A importância dos Programas de Monitorização de Praias na descrição e controlo das atividades humanas nestas regiões é destacada e discutida, incluindo a sua importância em situações de emergência. Os resultados indicam uma falta de envolvimento das populações no planeamento inicial destes programas de monitorização, bem como uma falta de acesso a dados gerais que poderiam aumentar o conhecimento das regiões marinhas e costeiras, sob a influência da indústria petrolífera e do gás. Além disso, Dias et al., (2021) destaca o impacto positivo que os programas de monitorização das praias têm sobre as fugas de petróleo e situações de emergência semelhantes, bem como no estabelecimento da reabilitação da fauna. Este estudo constitui uma leitura útil para promover uma melhor compreensão da interação das regiões costeiras entre o ambiente e as atividades socioeconómicas relacionadas com a exploração dos recursos marinhos.

A influência antropogénica sobre as regiões costeiras continua a ser um fator-chave de perturbação ambiental, sendo assim amplamente importante promover atividades de monitorização que permitam uma análise adequada dos habitats costeiros, com base em índices ecológicos relacionados tanto com espécies da fauna como da flora, por exemplo Medeiros et al., (2018) ou

Souto (2015). Em linha com a importância desta temática, Araújo e Maia (2021) fornecem um novo estudo ecológico sobre três mangais desflorestados e três conservados, localizados ao longo da costa Brasileira. Foram definidas áreas de estudo com 100 m² para cada local e a espécie *Melampus Coffea* foi avaliada como um potencial indicador ecológico para os mangais desflorestados. As variações observadas no tamanho e densidade populacional desta espécie foram comparadas entre as áreas desflorestadas e as áreas conservadas. Além disso, a distribuição das espécies foi relacionada com os parâmetros estruturais dos mangais. Araújo e Maia (2021) mostram que a distribuição da espécie é diretamente influenciada pela disponibilidade e qualidade dos recursos florestais dos mangais, e que a abundância da espécie era maior nas áreas conservadas. Este estudo aponta para a importância da presença de florestação e vegetação nas regiões costeiras como uma componente importante dos ecossistemas tropicais costeiros, onde os mangais proporcionam áreas relevantes para a alimentação, reprodução e abrigo de numerosas espécies marinhas. Esta investigação fornece conhecimentos sobre a importância de uma preservação sustentável dos habitats costeiros, dando suporte assim ao estado-da-arte que atualmente dá prioridade à prática da engenharia costeira apoiada em soluções baseadas na natureza e em soluções de gestão integrada.

O presente número da Revista de Gestão Costeira Integrada reúne um interessante conjunto de trabalhos, com um âmbito amplo e multidisciplinar, que focam a importância da adaptação às alterações climáticas, preservação e monitorização costeira. É apresentado um conjunto de casos de estudo com potencial de aplicação em muitos outros locais semelhantes. Por conseguinte, este número constitui uma leitura apelativa para todos os profissionais que visam uma Gestão Costeira e Marinha integrada, sustentável e responsável.

REFERENCES

- Alves, J.A., Ribeiro, M.M.R., De Miranda, L.I.B. (2017) Socio-environmental conflicts related to tourism development in coastal zones: The case of Pipa Beach, Brazil [Conflitos socioambientais e desenvolvimento turístico em zonas costeiras: O caso da Praia da Pipa, Brasil]. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 17 (2), pp. 151-161. DOI: 10.5894/rgci-n134.
- Araújo, C. F., Maia R. C. (2021) O uso do gastrópode *Melampus Coffea* (Ellobiidae) (Linnaeus, 1758) como indicador ecológico do estado de degradação ambiental de manguezais. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 21 (1), pp. DOI: 10.5894/rgci-n366.
- Costa, C. (2021) Disaster management and climate change adaptation roadmap for coastal cities based on UNDR's ten essentials. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 21 (1), pp. DOI: 10.5894/rgci-n372.
- De Andrade, M.M.N., Souza-Filho, P.W.M.E., Szlafsztein, C.F. (2018) Environmental Sensitivity to oil spill and Landscape Units mapping in the Maranhão Port region [Sensibilidade ambiental a derramamento de Óleo e mapeamento de unidades de paisagem na região portuária do maranhão]. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 18 (2), pp. 73-84. DOI: 10.5894/rgci-n65.
- De Freitas, R.R., Tagliani, P.R.A., Wasielesky, W., Jr., Da Silva Poersch, L.H. (2019) Coastal planning and land use of marine shrimp farming in southern Brazil. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 19 (2), pp. 61-69. DOI: 10.5894/n118.
- Dias, R., Rabinovici, A., Godoy, D. (2021) Projeto de monitorização de praias (PMP): Potencialidades e limites para a conservação costeira e marinha. UNDRR (2012) – How to Make Cities More Resilient: A Handbook for Mayors and Local Government Leaders. Geneva, Switzerland: United Nations Office for Disaster Risk Reduction. 100p. Available online at: https://www.unisdr.org/files/26462_handbookfinalonlineversion.
- Dos Santos, F.M., Do Carmo, R.L. (2017). The Human dimensions of environmental changes: Environmental perception and adaptation strategies in Ilha Comprida - São Paulo [As dimensões humanas das mudanças ambientais: Percepção ambiental e estratégias de adaptação em Ilha Comprida - São Paulo]. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 17 (2), pp. 117-137. DOI: 10.5894/rgci-n54.
- Gunnewiek, A., Garcia, P., Gireli, T., Trabanco, J. (2021) Referenciais verticais baseados no nível médio da água do mar e seus impactos nas zonas costeiras – Estudo de Caso: Santos, Brasil. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 21 (1), pp. DOI: 10.5894/rgci-n336.
- Lemos, R., Capitão, R., Fortes, C., Henriques, M., Silva, L.G., Martins, T. (2020) A methodology for the evaluation of evolution and risk of breakwaters. Application to Portimão harbor and of Faro-Olhão inlet. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 20 (2), pp. 103-119. DOI: 10.5894/RGCI-N298.
- Medeiros, T.C.C., Sampaio, E., Nascimento, D.M. (2018) Leaf area index and vegetation cover of the Paripe river mangrove, Pernambuco, Brazil, in 1997 and 2017. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 18 (1), pp. 41-48. DOI: 10.5894/rgci-n119.

-
- Oliveira, F.S.B.F., Guerreiro, M., Freire, P., Rilo, A. (2019) Storm induced morphological changes in Carcavelos beach, Portugal: Contribution for coastal management. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 19 (1), pp. 5-15. DOI: 10.5894/rgci-n165.
- Paiva, P.M., Junior, J.L., Calderon, E.N., Juliano, M.M.F., Molisani, M.M. (2020). Decommissioning of subsea oil and gas production pipelines: hydrodynamic modeling for preliminary assessment of sediment resuspension and burial onto benthic organisms. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 20 (3), pp. 161-168. DOI: 10.5894/rgci-n286.
- Pinho, J., Vieira, L., Vieira, J., Smirnov, G., Gomes, A., Bio, A., Gonçalves, J.A., Bastos, L. (2020) Modeling of hydrodynamics and morphodynamics in climate change scenarios at the Northwest coast of Portugal [Modelação da hidrodinâmica e da morfodinâmica na costa Noroeste de Portugal em cenários de alterações climáticas]. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 20 (2), pp. 89-102. DOI: 10.5894/rgci-n297.
- Souto, R.D. (2015) Reanalysis of marine-coastal indicators assessed by national and multinational organizations for the integrated coastal zone management. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 15 (4), pp. 485-494. DOI: 10.5894/rgci535.
- Taveira-Pinto, F., Rosa-Santos, P., Fazeres-Ferradosa, T. (2020a) Integrated management and planning of coastal zones in CPLP – Part 1 [Gestão e planeamento integrado das zonas costeiras da CPLP – Parte 1]. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 20 (2), pp. 85-87. DOI: 10.5894/rgci-n390.
- Taveira-Pinto, F., Rosa-Santos, P., Fazeres-Ferradosa, T. (2020b) Integrated management and planning of coastal zones in CPLP – Part 2 [Gestão e planeamento integrado das zonas costeiras da CPLP – Parte 2]. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 20 (3), pp. 157-160. DOI: 10.5894/rgci-n392.
- Taveira-Pinto, F., Rosa-Santos, P., Fazeres-Ferradosa, T. (2020c) Anthropogenic influences on integrated coastal zone management [Influências antropogénicas na gestão integrada da zona costeira]. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 20 (4), pp. 215-217. DOI: 10.5894/rgci-n428.

REFERENCIAIS VERTICAIS BASEADOS NO NÍVEL MÉDIO DA ÁGUA DO MAR E SEUS IMPACTOS NAS ZONAS COSTEIRAS BRASILEIRAS – ESTUDO DE CASO: SANTOS, BRASIL

Atila Foster Klein Gunniewiek¹, Patrícia Dalsoglio Garcia², Tiago Zenker Gireli³ e Jorge Luiz Alves Trabanco⁴

RESUMO: Os registros do nível médio da água do mar – NMM – mostram que este tem uma variação tanto temporal, quanto espacial ao longo da costa brasileira. Por isto, a utilização de um datum vertical único estabelecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, responsável pela confecção das cartas topográficas em todo o país, pode estar prejudicando políticas públicas de cidades litorâneas brasileiras. O presente trabalho utiliza técnicas topográficas e geodésicas para o levantamento de perfis praiais, além de vincular os níveis da água do mar entre Imbituba – SC e Santos – SP, cidade onde se realizou o estudo de caso. Foram utilizados dados de levantamentos topográficos (perfis de praia medidos desde a calçada até profundidades além da zona de rebentação), levantamentos batimétricos e o nivelamento geométrico entre as referências de nível do IBGE e da Marinha do Brasil, ambas localizadas próximas ao local. Os resultados apontaram uma variação de 20,9 cm entre os NM das duas localidades, e de 57,9 cm entre o NM de Imbituba e o NR de Santos. Estas discrepâncias sugerem que uma atualização do sistema de referência vertical brasileiro seja realizada, assim como maior número de estações em diferentes localidades, já que não é possível afirmar que haja uma variação linear no NMM, uma vez que muitos fatores podem influenciar seu comportamento local. Enquanto não há uma modernização deste sistema, é recomendável que se utilize, especialmente nas cidades litorâneas, o NM local, já que manchas de inundação, sistemas de drenagem urbana, obras aderentes ao mar, entre outros fatores, podem ser afetados diminuindo a sua eficácia, ou mesmo alterando o seu funcionamento. Além disso, a correta correlação entre dados topográficos e batimétricos deve ser feita a partir de um nivelamento geométrico, de forma que os dados obtidos nos dois levantamentos possam ser correlacionados a um mesmo referencial de nível. Por fim, a técnica que vem sendo empregada no levantamento topográfico, com o prolongamento dos perfis praais até à zona de rebentação, mostrou-se capaz de reproduzir esta região com boa precisão, sendo fundamental para computo do balanço sedimentar em regiões que precisam de intervenção devido ao intenso processo erosivo.

Palavras-chave: Nível médio da água do mar, Impactos costeiros, Datum vertical, Referências verticais.

ABSTRACT: The mean sea level (MSL) observations show variation, both temporal and spatial along the Brazilian coast. Utilizing the vertical datum established by IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) may be undermining public policies on Brazilian Coastal Cities. This study uses both topographic and geodetic techniques for determining beach profiles, and also linking the sea level between Imbituba – SC (where the reference datum is located) and Santos – SP (where this study was conducted). The method consists in using topographic survey surpassing the surf zone, bathymetric survey and geometric leveling between vertical references of IBGE and Brazilian Navy, both located near the study zone. Results demonstrated a variation of 20.9 cm between the mean sea level (MSL) of both locations, and a variation of 57.9 cm between the MSL of Imbituba – SC and mean low water springs (MLWS) of Santos – SP, with Santos below. These discrepancies indicate that the Brazilian vertical reference system must be updated, utilizing more locations along the coast and longer tidal time series, than the current system is using, since the tide level variation cannot simply be linearized. Until this modernization occurs, using the local tide level as reference is strongly recommended in Brazilian coastal cities, since urban drainage systems, flood range, constructions near or in the sea, among other factors may be affected in such way as to be less effective or even to register changes in its functioning process. Furthermore, the correct correlation between topographic and bathymetric data should be done using geometric leveling, aiming both data sets at the same vertical reference. Finally, the technique used in the topographic survey, which consists in collecting the beach profile data beyond the surf zone, proved capable of representing the region behavior with good precision.

Keywords: Mean sea level, Coastal impacts, Vertical Datum, Vertical references.

© Corresponding author: atilafoster3001@yahoo.com.br

1 Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Avenida Albert Einstein, 951, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", CEP 13083-852 - Campinas - SP, Brasil.

2 Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Avenida Albert Einstein, 951, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", CEP 13083-852 - Campinas - SP, Brasil, Email: pdgarcia@unicamp.br.

3 Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Avenida Albert Einstein, 951, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", CEP 13083-852 - Campinas - SP, Brasil, Email: zenker@fec.unicamp.br.

4 Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Avenida Albert Einstein, 951, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", CEP 13083-852 - Campinas - SP, Brasil, Email: trabanco@fec.unicamp.br.

1. INTRODUÇÃO

A população humana concentra-se predominantemente em regiões próximas da costa, sendo que cerca de 40% vive a uma distância até 100 km destes locais (Martínez *et al.*, 2007). Estas regiões costeiras estão em constante mudança, com alterações morfológicas que tendem a acelerar conforme se verifica a ocorrência de eventos extremos, além da ação antrópica que também deixa sua pegada devido à ação direta, ou aos efeitos colaterais decorrentes da sua presença (Mentaschi *et al.*, 2018).

Estas regiões estão em constante mudança, sendo fortemente afetadas pelas ações humanas, desde a ocupação irregular e desordenada de regiões litorâneas, até a implantação de obras para melhoria das atividades portuárias. Estas ações promovem a erosão e degradação cada vez maior das praias. Luijendijk *et al.* (2018), afirma que cerca de 31% das praias do mundo são arenosas e que 24% delas estão processo erosivo com taxas superiores a 0,5 m/ano. Há diversos estudos que apontam a ocorrência destes processos erosivos com objetivo de compreender os mecanismos envolvidos e buscar soluções para contê-los (McDougall, 2017; Semeoshenkova e Newton, 2015; Marchesiello *et al.*, 2019; Isla *et al.*, 2018).

Segundo Muehe (2018), cerca de 40% da costa brasileira encontra-se em processo erosivo. Muehe (2006) já afirmava que em torno de 80% destas praias apresentavam erosão vinculada à ação antrópica, relacionada principalmente com a urbanização. Devido à presença humana, o acompanhamento da evolução das linhas de costa deve ser criterioso, a fim de garantir informações adequadas para auxiliar na gestão costeira.

Para a análise da ocorrência destas alterações nas linhas de costa, são vários os métodos observados e propostos. García-rubio *et al.* (2015) apresentam uma técnica para obter a posição da linha costeira com base em imagens de satélite, assim como outros trabalhos utilizam esses mesmos tipos de imagens para análises costeiras (Hagenaars *et al.*, 2017; Vos *et al.*, 2019). De maneira alternativa, Oliveira *et al.* (2019) utilizaram o GPR para análise geomorfológica e estratigráfica de um trecho emerso de praia, para aplicação na gestão costeira.

O gerenciamento costeiro baseado em imagens de satélite, tal como estes métodos apresentados são baseados, permitem identificar o processo erosivo, mas são deficientes no computo do balanço sedimentar, que por sua vez é essencial para projetos de recuperação de praias. Nestes casos, as medições *in situ* ainda são ferramentas preciosas.

Comumente se faz monitoramento praial a partir de perfis de praia, obtidos a partir de equipamentos topográficos desde a crista da praia até as proximidades da linha de água. Além disso, nas áreas submersas, utilizam-se de levantamentos batimétricos, até profundidades onde a embarcação consegue alcançar, geralmente além da zona de rebentação. Sendo assim, a região localizada entre a linha de água e a zona de rebentação normalmente não é coberta pelos levantamentos. Esta região, no entanto, constitui-se naquela onde a maior parte do transporte costeiro longitudinal ocorre, sendo fundamental para análise quantitativa do balanço sedimentar.

Ferreira *et al.* (2014) tem como proposta integrar dados topográficos e batimétricos, coletados numa mesma maré, aplicando técnicas topográficas e considerando um mesmo referencial, que, no caso do Brasil, é o datum vertical de Imbituba - SC.

Este método, apesar de ter especial relevância para regiões com incidência de macro marés e declividades de praia que permitam que a embarcação consiga cobrir a área de interesse, tem sua aplicabilidade prejudicada em locais onde as variações de nível não sejam elevadas o suficiente para promover uma sobreposição entre as informações coletadas topograficamente na maré baixa e aquelas obtidas a partir de levantamento batimétrico próximo da preiamar.

Outra maneira de se compatibilizar os dados topográficos (perfil praial até a linha da água) com os dados batimétricos (dados além da zona de rebentação), baseia-se na junção destes levantamentos e cobertura da área não levantada a partir de interpolação dos pontos levantados, ou utilizando equacionamentos consagrados para a determinação da profundidade de fechamento, como Dean (1977), Hallermeier (1981) e Bernabeu *et al.* (2003).

Cabe destacar que, para a compatibilização destes dados é necessário que ambos se encontrem no mesmo referencial vertical. No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, responsável pela confecção das cartas topográficas em todo o país, define a referência de cotas a partir do marco zero, localizado no Marégrafo de Imbituba - SC. Já a Marinha do Brasil, responsável pela confecção das cartas náuticas, utiliza-se do Nível de Redução local, correspondente à média das preiamares de sifigia equinocial da localidade.

Além disso, este tipo de metodologia, por vezes desconsidera as diferenças espaciais e temporais no nível médio da água do mar (NMM) e seus efeitos na junção de dados batimétricos e

topográficos. Dalazoana *et al.* (2005), numa análise preliminar de séries temporais do Porto de Imbituba, constataram um aumento do nível médio da água do mar de 2 mm/ano naquela região desde a sua implantação em 1958.

Posteriormente, a utilização de altimetria por satélites indicou o aumento do NMM numa razão de $2,4 \pm 0,1$ mm/ano (Cazenave *et al.*, 2002 apud Lopes, 2006). Já a análise de séries temporais maregráficas do datum de Imbituba - SC correlacionadas com observações GNSS entre os anos de 2007 e 2014, realizadas por Silva *et al.* (2015), corroboram essa diferença como sendo de $2,4 \pm 0,2$ mm/ano. Por outro lado, a variação do NMM ao longo da costa foi estimada, através de Ajustamento Altimétrico Global Preliminar (AAGP), conforme apresentado na Figura 1 (Ribeiro e Luz, 1991 apud Luz *et al.*, 2002). A partir dela, os autores obtiveram uma diferença de aproximadamente 10 cm entre os NMM em Imbituba - SC e Macaé - RJ.

Essas discrepâncias incitaram à utilização de novos métodos para aferir o NMM de forma mais precisa, visando promover um processo de modernização do sistema geodésico brasileiro. Luz (2016) propõe a revisão dos conceitos referentes a este sistema como primeiro passo para o ajustamento da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP). Com o mesmo intuito Luz *et al.* (2008) apresentam a topografia do NMM como ferramenta de base para essa análise.

Dados os relatos de aumento do NMM, a intensa ocupação costeira, a grande quantidade de estudos associados a erosão de praias, ou ainda problemas de drenagem urbana em bairros portuários (Luz e Guimarães, 2003 apud Lopes, 2006) é evidente a importância de um georreferenciamento adequado, compatibilizando redes referidas a data distintos. Isto porque, apesar de vários trabalhos, como o de Ferreira *et al.* (2014), utilizarem o geoide como referência única na integração topo-batimétrica com resultados satisfatórios, estas técnicas dificultam a correlação entre as cotas medidas e os níveis da água do mar. Seria desejável que o referenciamento dos levantamentos fosse feito ao Nível de Redução (NR) local da Marinha.

Neste contexto encontra-se a orla da cidade de Santos (SP-Brasil), onde a ocupação desordenada da linha de costa, a intensa atividade portuária local e as mudanças no próprio comportamento das ondas no local, provocaram nos últimos anos um intenso processo erosivo (Garcia e Gireli, 2019). A região, por sua condição no cenário internacional, no qual está sediado o maior terminal portuário da América Latina (Nightingale, 2017), apresenta um expressivo conjunto de estudos e levantamentos topo-batimétricos. Porém, alguns aspectos tem impossibilitado, na prática, o aproveitamento desses estudos, em especial a falta de amarração dos perfis praias em referências de nível conhecidas, tal como o NR da Marinha, dificultando a compatibilização dos dados. Além disso, a região não apresenta um estudo adequado que correlacione o NMM local com o de Imbituba, ou até mesmo, dos NR da Marinha com algum marco do IBGE, o que seria fundamental para correta análise do balanço sedimentar.

Por fim, a maioria dos estudos não cobre a parte submersa do perfil praial, compreendida entre a linha da água e o limite externo da rebentação, à exceção dos levantamentos realizados pela equipe do Laboratório de Hidráulica Marítima e Fluvial da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP. Desde de 2014 são realizados levantamentos topográficos contínuos a partir da correta amarração dos dados

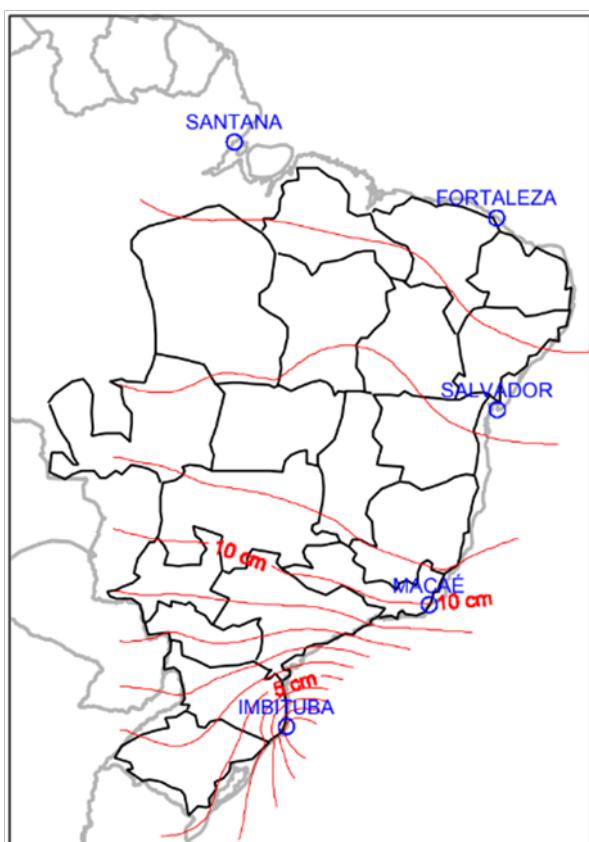


Figura 1. Variação do NMM ao longo da costa brasileira. Fonte: Ribeiro e Luz (1991) apud Luz *et al.* (2002).

com a rede topográfica brasileira. Os perfis praiais foram feitos desde a costa até o limite da baliza, de forma que parte do trecho descoberto pela batimetria pudesse ser reconstituído. Apesar desta técnica ser reconhecida na área de cartografia, não foram encontrados registros na literatura de sua utilização em áreas costeiras.

Nesse sentido, este estudo visa obter, com base em nivelamento geométrico de precisão, as diferenças entre as referências de nível da Marinha e da rede altimétrica oficial do IBGE para a cidade de Santos – SP. A partir dessas informações pretende-se avaliar em que medida o correto referenciamento melhora a junção entre levantamentos topográficos e batimétricos de perfis praiais e, consequentemente, a análise da evolução da linha de costa. Por fim, pretende-se avaliar a metodologia empregada na medição de perfis praiais executada em Santos, a partir da comparação entre os resultados topográficos e batimétricos de uma mesma região.

2. ÁREA DE ESTUDO

Santos, Figura 2, é uma das quinze maiores cidades do estado de São Paulo, com uma população aproximada de 430 mil habitantes, com grande fluxo de turistas e destaque no campo

económico pela grande movimentação de cargas, uma vez que abriga o Porto de Santos, maior complexo portuário da América Latina (Nightingale, 2017).

Embora esteja entre as melhores cidades do Brasil para se viver (Delta, 2014), a cidade não se desenvolveu de forma controlada, sendo frequentemente afectada por fenómenos extremos relacionados ao mar, como a ocorrência de ressacas, cuja ocorrência tem se tornado cada vez mais frequente na última década (FUNDESPA, 2013). Este incremento na frequência pode estar relacionado às alterações globais do clima. Entretanto, a amplificação de seus impactos sobre à infraestrutura urbana também tem causa na erosão costeira, uma vez que as praias são a proteção natural dos litorais contra esses eventos.

Segundo Italiani (2014) e Garcia e Gireli (2019) houve um crescimento desordenado da cidade com ampliação das suas infraestruturas, ocupação irregular das linhas de costa e aumento da infraestrutura portuária com alargamento e aprofundamento de canais de navegação por dragagem. Estes fatores, em conjunto, se constituem nas principais causas antrópicas associadas à erosão costeira nas praias de Santos – SP.

E, ainda que no Brasil os relatos de erosão sejam variados (Esteves et al., 2002; Muehe, 2006, Muehe, 2018), poucos

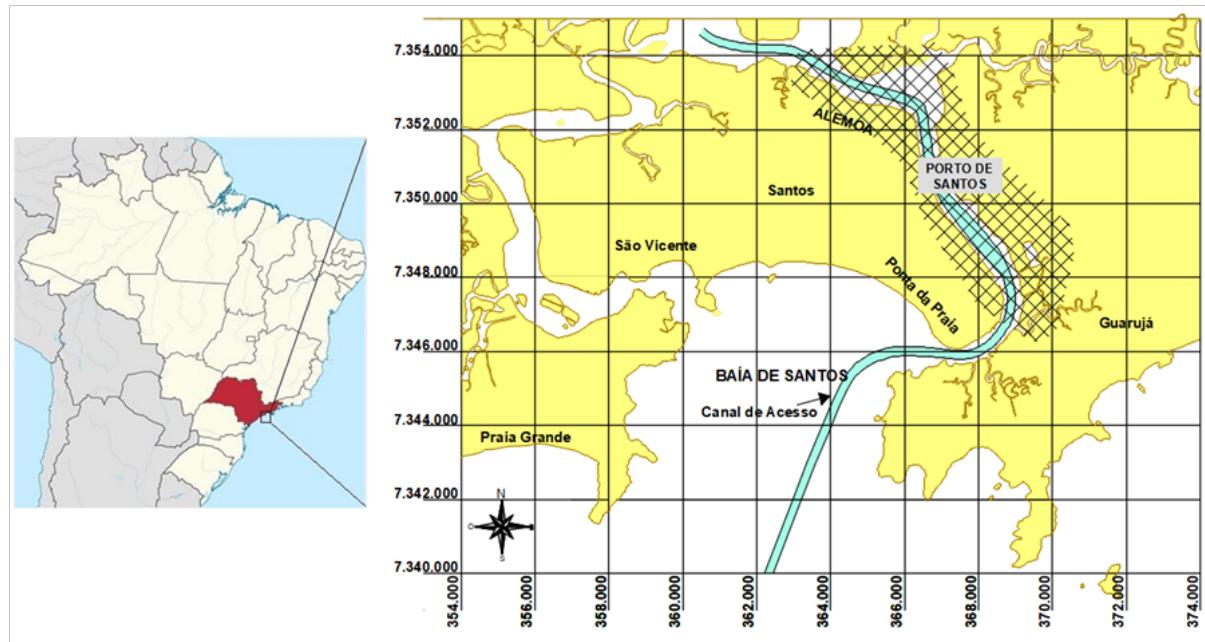


Figura 2. Localização da região estudada – Santos, Brasil. Fonte: Garcia e Gireli (2019).

lugares dispõem da quantidade de informação existente sobre a cidade de Santos - SP, informação que inclui séries maregráficas controladas pela Marinha do Brasil, coletadas em vários pontos e estações geodésicas do IBGE distribuídas homogeneamente pela cidade, dada a relevância do Porto de Santos. Este porto é crucial para a economia, não só local, mas também para a balança comercial nacional.

Já em relação às praias, estas apresentam um estado morfodinâmico de baixa energia e dissipativo (Souza *et al.*, 2012). Os grãos na Baía de Santos possuem diâmetro $d_{50} = 0,11$ mm e $d_{90} = 0,12$ mm (SONDOTÉCNICA, 1977). Isto significa que as praias tem sedimentos finos e são classificadas como arenosas.

As marés na região se propagam ao longo do estuário dos municípios de Santos e São Vicente. As amplitudes das marés astronómicas variam entre 0,27 m e 1,4 m (Marmil, 2015). A região também apresenta a influência de fenómenos meteorológicos, que podem acarretar em uma elevação das marés em até 0,5 m (SONDOTÉCNICA, 1977).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo pode ser dividido conforme as etapas listadas a seguir. Inicia-se com o levantamento dos dados de campo, ou seja, batimetria e topografia. A seguir efetua-se o tratamento das informações coletadas, e finalmente utilizam-se de Modelos Digitais de Elevação (MDE) para posterior análise do comportamento do perfil praial de acordo com o referencial adotado.

A aquisição dos dados batimétricos e topográficos aconteceu entre janeiro e fevereiro de 2018. No intervalo entre os levantamentos não houve nenhum registo de evento extremo, como a ocorrência de ressacas, que poderiam afetar o comportamento do perfil praial.

3.1 Levantamento topográfico

Esta etapa pode ser dividida em dois processos: o levantamento dos perfis praiais, e o nívelamento geométrico entre RRNN (Referências de Nível) e o ponto de referência de nível da estação maregráfica da Praticagem. Nos perfis praiais foi utilizada, de acordo com a NBR 13.133/94, uma estação total Classe 2 com precisão média, Desvio-padrão/Precisão angular $\pm 07''$. Desvio padrão/Precisão linear $\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm} \times D)$. Para o nívelamento geométrico da poligonal utilizou-se um nível óptico automático Classe IIN Geométrico, e foi executado com nível classe 1, utilizando miras, devidamente aferidas, providas de prumo esférico.

Para o levantamento dos perfis praiais utilizou-se ainda um prisma de até 3,05 m de comprimento, e uma base de maior área para que não penetrasse na areia.

As seções foram levantadas entre o Canal 4 e a Ponta da Praia, Figura 3. Para a determinação das coordenadas de cada um dos pontos, foi realizada uma poligonal enquadrada, onde os pontos de início e fim foram obtidos através de receptores GNSS (Global Navigation Satellite System) pelo método diferencial. Esta poligonal foi materializada por pinos fixos na calçada, cada qual com sua monografia.

Esta metodologia permitiu que os levantamentos atingissem profundidades maiores, já que se optou por recolher as seções até ao limite físico deste equipamento, avançando centenas de metros mar adentro, diferentemente do proposto por Ferreira *et al.* (2014), que se limitava a mapear a parte emersa do perfil. As seções foram coletadas ponto a ponto, distantes entre si em aproximadamente 10 m, mesmo no trecho além da linha da água. Esta distância entre os pontos foi respeitada dentro das limitações impostas por ondas e correntes, e alcançou pontos para além da zona de rebentação das ondas.

O alinhamento das seções foi realizado utilizando referenciais fixos no mar, como ilhas e bóias de navegação do canal do Porto de Santos, alinhados com referenciais fixos em terra.

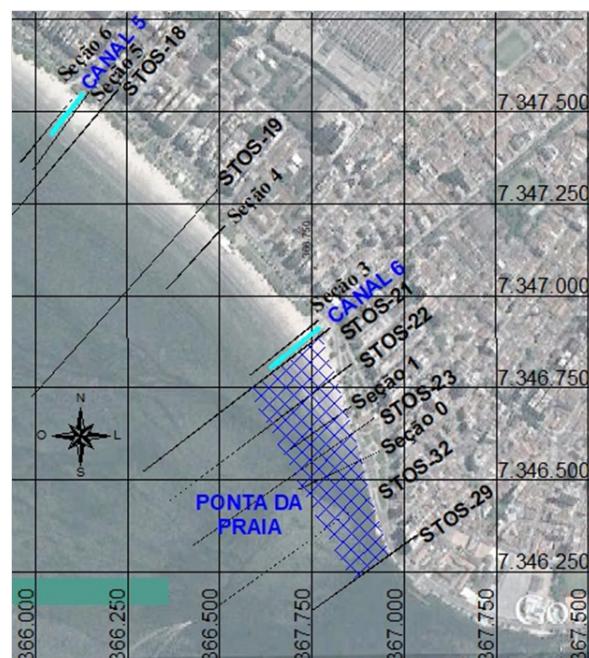


Figura 3: Localização das seções topográficas da praia.

O nivelamento geométrico e contranivelamento Classe II teve origem na RN 2141M IBGE, localizada nas coordenadas 23°58'42"S; 46°18'57"W Sirgas 2000, materializada na orla de Santos, próxima ao Canal 5. Partindo deste ponto um nivelamento geométrico foi realizado em direção à estação maregráfica da Praticagem, localizada a, aproximadamente, dois quilômetros. O trajeto do nivelamento passou por todos os pontos materializados na orla, para que suas altitudes fossem definidas. Desta forma, foi possível corrigir as cotas dos pontos levantados pela topografia com base no nível médio da água do mar local. O trajeto está destacado a vermelho na Figura 4, enquanto em amarelo estão identificados os marcadores dos pontos utilizados para a poligonal da qual se irradiiam os pontos das seções do perfil da praia analisadas.



Figura 4: Localização dos pontos e poligonal do nívelamento geométrico.

Na estação maregráfica da Praticagem, localizada nas coordenadas (23°59'.5S; 46°18'.1W, utilizou-se a RN2 - DHN que está referenciada ao nível do mar local, conforme a Figura 5.

3.2 Levantamento batimétrico

Foi utilizado um ecobatímetro SyQwest, Modelo Bathy-500MF, com um transdutor simples de frequência 200 kHz, conforme sugerido pelo manual do equipamento para profundidades até 300 m. O equipamento foi fixado por meio de uma estrutura articulada a uma embarcação, juntamente com um receptor GNSS L1/L2 - RTK.

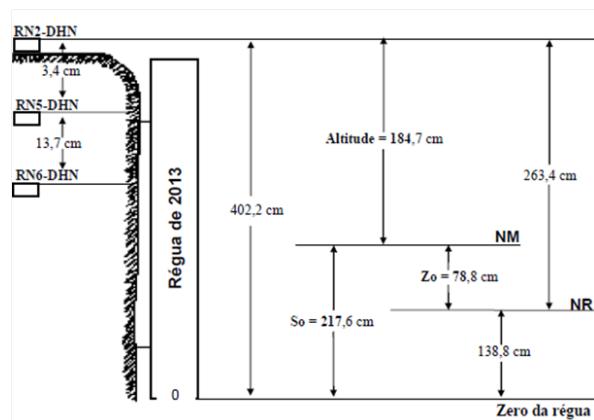


Figura 5: Informações da estação maregráfica da Praticagem. Fonte: Marinha do Brasil (2020).

A outra base do aparelho GNSS foi instalada num dos pontos da poligonal, cujas coordenadas e altitude já haviam sido determinadas no procedimento para o levantamento topográfico do perfil praias. Assim, a partir da comunicação estabelecida via radiofrequência entre a base e o rover do aparelho GNSS, as coordenadas do receptor embarcado eram corrigidas em tempo real, atingindo precisão da ordem dos centímetros.

Por fim, para a coleta dos dados utilizou-se o programa HYDROpro Navigation® da Trimble, que se conecta tanto com o Ecobatímetro como com o aparelho GNSS e registra o instante, o posicionamento geodésico e a profundidade de cada ponto coletado.

A embarcação percorreu seções perpendiculares à praia, ora em direção à praia, ora se afastando da mesma, somente na região além da zona de rebentação das ondas. O levantamento de dados batimétricos abrangeu a totalidade da área coberta pelo levantamento topográfico, com maior densidade de coleta de pontos na área mais próxima à região da Ponta da Praia, já que ali a erosão é bastante severa, conforme Garcia e Gireli (2019).

3.3 Processamento dos dados de campo

Todos os pontos auxiliares empregados no levantamento topográfico foram obtidos por GNSS, a partir do método diferencial estático, com, no mínimo, uma hora de rastreio. Posteriormente estes mesmos pontos tiveram suas alturas geométricas correlacionadas tanto com a altitude geoidal, referenciada no NMM de Imbituba - SC, quanto com o NR local, para que pudessem ser diretamente comparados com os dados batimétricos.

Esta correlação foi feita a partir do nívelamento geométrico realizado, que contemplou a totalidade dos pontos. Desta

forma, foi possível transferir as altitudes do NMM de Imbituba - SC, para o NMM local, e finalmente para o NR local, conforme os valores apresentados na Figura 5.

A fim de avaliar a variação entre os diferentes níveis da água observados, os perfis praiais gerados com os dados de topografia foram processados empregando as três referências de nível adotadas para o estudo de caso: nível médio da água do mar em Santos - SP, nível de redução da marinha em Santos - SP, nível médio da água do mar em Imbituba - SC.

Para o tratamento da batimetria, a referência vertical adotada foi o nível de redução da estação maregráfica da Praticagem. Para tanto, os valores de profundidade medidos foram corrigidos a partir do maregrama local extraído nas datas em que ocorreu o levantamento, tal como apresentado a seguir.

O cálculo da cota a cada ponto medido é dado pela equação 1, onde i representa o instante, variando de 1 a n , m_i representa o valor da maré naquele instante e p_i , a profundidade medida pelo transdutor, já adicionada da distância entre este e a linha da água.

$$\text{Cota}_i = m_i - p_i \quad (1)$$

A Figura 6 apresenta o esquema simplificado para a determinação da profundidade local.

3.4 Modelo digital de elevação (MDE) e definição das seções analisadas

Os MDE foram desenvolvidos utilizando o software Autodesk Civil 3D®. Todos os pontos em coordenadas geodésicas foram transformados em coordenadas UTM com o meridiano 45, e devidamente georreferenciados dentro da interface do

programa.

Duas superfícies foram desenvolvidas separadamente, uma para o grupo de pontos de topografia, outra para os de batimetria. Utilizou-se o padrão TIN (Triangulated Irregular Network).

Com isso, definiram-se quatro seções entre o canal seis e a Ponta da Praia, inseridas dentro do programa por uma polilinha, de forma que as superfícies tivessem sobreposição entre si. As seções foram definidas nesta região porque, além de estarem no local mais erodido da área de levantamento, havia uma região de intersecção entre os dados topográficos e batimétricos. Figura 7 estão localizadas as seções a partir das quais se coletaram as informações para as análises.

Além das seções, foi marcado um ponto de referência na cidade de Santos, o aquário municipal, e é possível visualizar também o Canal 6, imediatamente ao lado da seção 4. Na Tabela 1 constam as coordenadas UTM dos pontos iniciais e finais de cada uma das quatro seções analisadas.

Por fim, para cada uma das seções foram extraídas, a cada cinco metros, as cotas de cada uma das superfícies geradas neste estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As superfícies criadas estão apresentadas na Figura 8, é possível observar a região onde elas se sobrepõem, chamada de Ponta da Praia. Nesse local, o intenso processo erosivo observado, permitiu a aproximação da embarcação durante a preiamar, de forma que foi possível sobrepor as informações de topografia e batimetria.

As seções analisadas foram numeradas de S1 a S4 e estão apresentadas na Figura 7. Já os perfis das respectivas seções

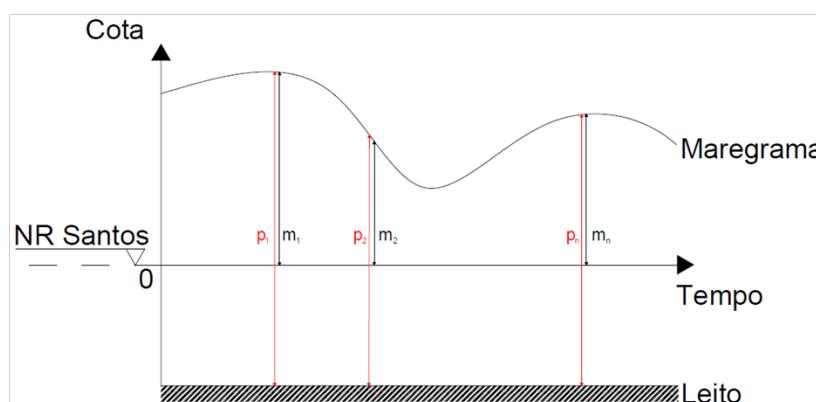


Figura 6: Esquema simplificado para o cálculo da profundidade local.

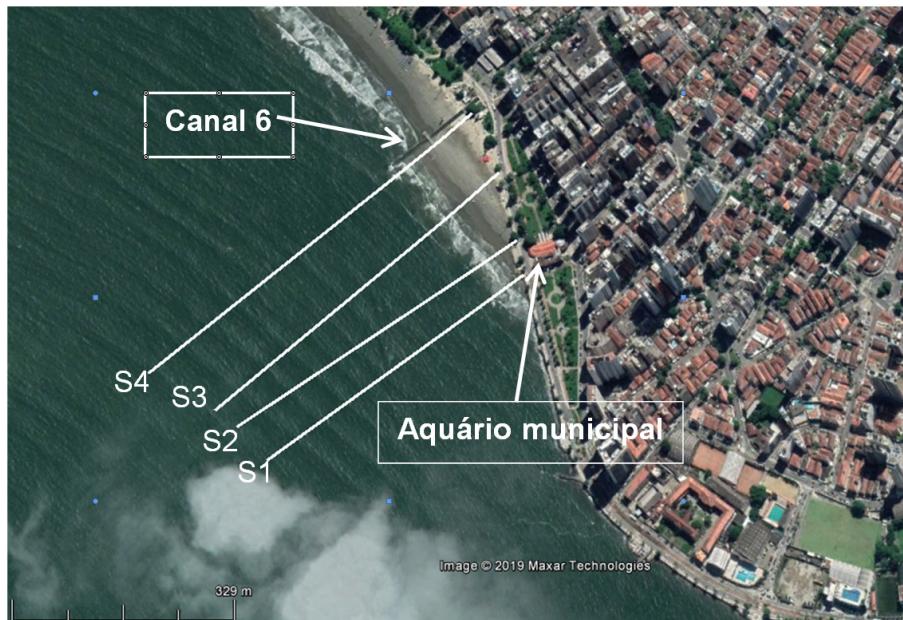


Figura 7. Localização das seções analisadas.

Tabela 1. Coordenadas UTM dos pontos iniciais e finais de cada uma das seções.

Seção	Coordenadas iniciais		Coordenadas finais	
	Longitude UTM [m]	Latitude UTM [m]	Longitude UTM [m]	Latitude UTM [m]
1	366866.82	7346639.143	366475.1558	7346344.696
2	366853.137	7346690.646	366425.5833	7346394.677
3	366823.827	7346802.357	366390.0239	7346417.37
4	366778.298	7346903.059	366282.6183	7346474.892

estão apresentados na Figura 9, na qual O ponto de partida, ou seja, o zero do eixo das abscissas de cada seção, dá-se no ponto de praia na calçada, e a seção termina no limite dos MDE criados, função dos pontos do levantamento. Ressalta-se que na região das seções S1 e S2 há uma proteção de enrocamento (não há faixa de areia emersa).

A curva NRS representa a topografia corrigida utilizando o nível de redução da marinha em Santos - SP, a NMS está relacionado ao nível médio da água do mar em Santos - SP, NMI está relacionada ao nível do mar em Imbituba - SC (ou seja, o datum vertical brasileiro), e a curva nomeada como Bat - NRS é a batimetria em relação ao nível de redução em Santos.

Na seção 1, apresentada na Figura 9A, é possível observar um pequeno desnível negativo na junção das curvas NRS e Bat -

NRS, inferior a 10 cm. Já na seção 3, Figura 9C, é observado um desnível da mesma ordem, só que desta vez para cima. A junção entre NRS e Bat - NRS, mostrada na Figura 9D, não mostra nenhum desnível, estando perfeitamente encaixada.

A seção 2, apontada na Figura 9B, exibe o maior desnível entre NRS e Bat - NRS, superando os 10 cm no ponto mais crítico. Em todos os casos, o desnível pode ser devido à:

- Diferença temporal entre os levantamentos topográfico e batimétrico, que embora não tenham tido nenhum evento extremo no intervalo, explicaria esta leve alteração no perfil;
- Erros relativos à precisão do levantamento batimétrico. No caso do levantamento batimétrico, podem existir

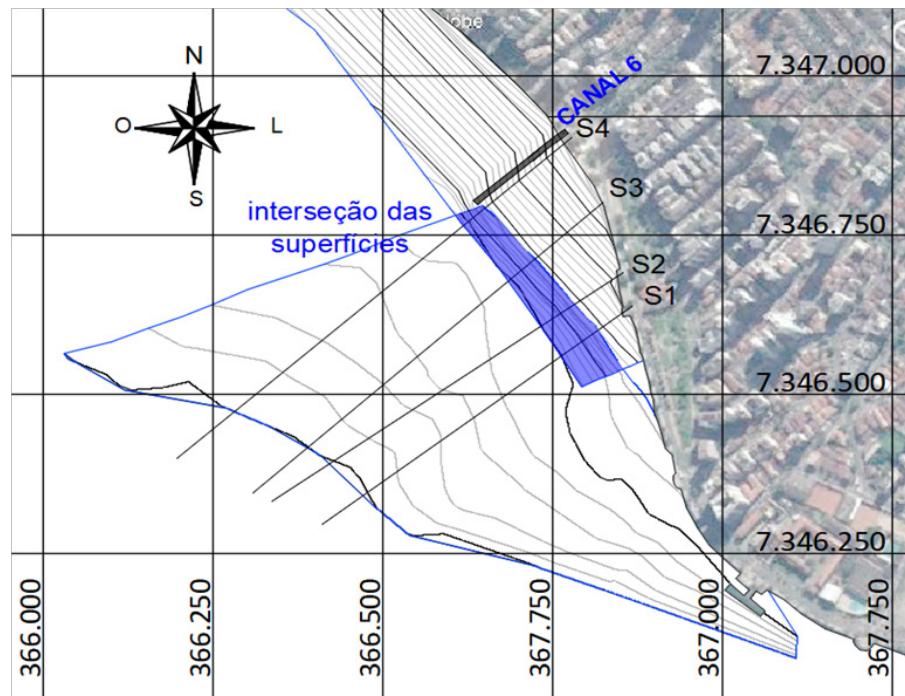


Figura 8: Superfícies topográfica e batimétrica geradas com a interseção entre elas destacada a azul.

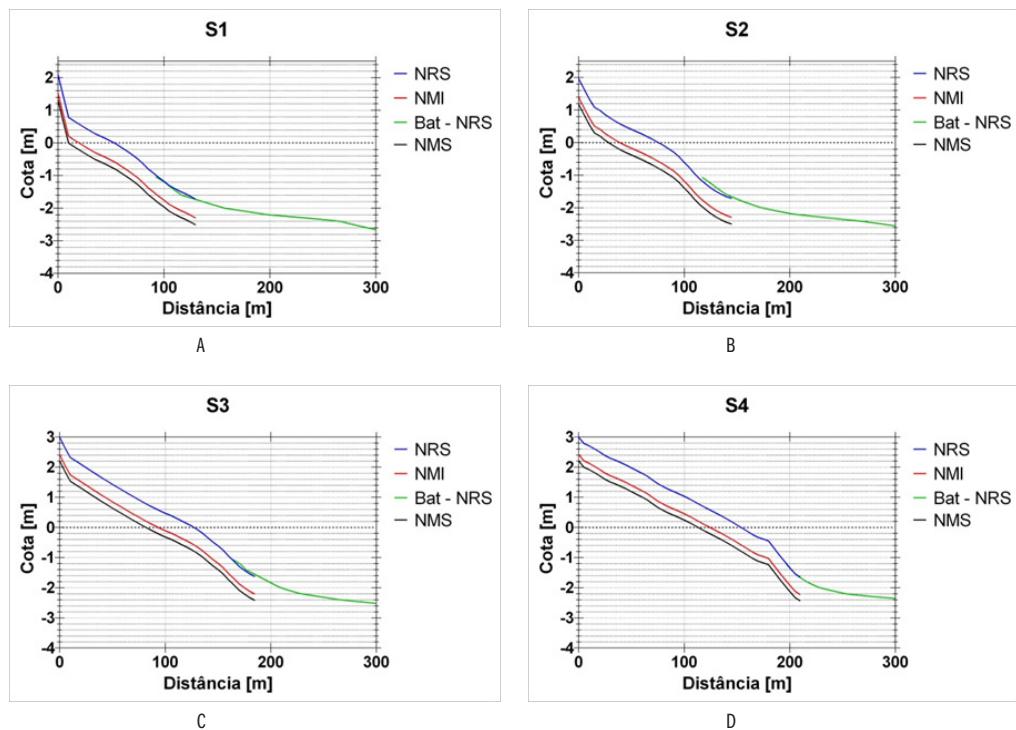


Figura 9: Seções analisadas com seus respectivos resultados para cada um dos referenciais adotados, onde: (A) S1 (B) S2 (C) S3 (D) S4.

pequenas variações no empolamento e defasagens da onda de maré, em função da distância entre os pontos de medição e o ponto de registro de maré de referência (estação da praticagem), utilizado para correção do levantamento batimétrico. Outro efeito que pode reduzir a precisão do levantamento batimétrico é a ação das ondas, que afetam simultaneamente a cota da linha da água e a verticalidade do transdutor;

- Erros relativos à precisão do levantamento topográfico. A precisão da medição topográfica está condicionada à verticalidade do prisma no momento da medição, uma vez que o equipamento, para profundidades como essas, é posicionado visualmente (sem uso da bolha) e mantido em posição pelo operador enquanto nada no seu entorno.

Além disso, as seções medidas pela topografia e batimetria podem não ter ficado perfeitamente alinhadas, tanto em função de dificuldades de manter o alinhamento da embarcação frente a correntes e ondas, quanto da seção topográfica no trecho levantado a nado. Desta forma, a interpolação realizada pelo software Civil 3D para geração dos modelos digitais de elevação (MDE), podem também levar pequenas diferenças entre as cotas reais e aquelas medidas sobre a superfície em pontos não coincidentes aos efetivamente medidos. Apesar dessas pequenas diferenças observadas, fica evidente o bom ajustamento entre as informações levantadas a partir tanto da topografia quanto da batimetria, validando assim, o método de medição aqui proposto.

Já ao se comparar os perfis batimétricos com os topográficos referenciados nos outros data verticais analisados, fica evidente a falta de ajustamento. Na Figura 10 apresenta-se um zoom na região de junção entre batimetria e topografia de S1, sendo possível visualizar que esta diferença de referencial acarreta diferenças de mais de 50 cm, que projetada para a horizontal levando-se em consideração a declividade do perfil, acarretaria em um deslocamento horizontal de 20 m entre os perfis. Este deslocamento tem valores de 15 m, 15 m e 10 m, para S2, S3 e S4, respectivamente.

É importante salientar a mudança do declive no trecho submerso da praia, entre 150 e 300 m, onde há uma mudança substancial no comportamento de todos os perfis, Figura 11.

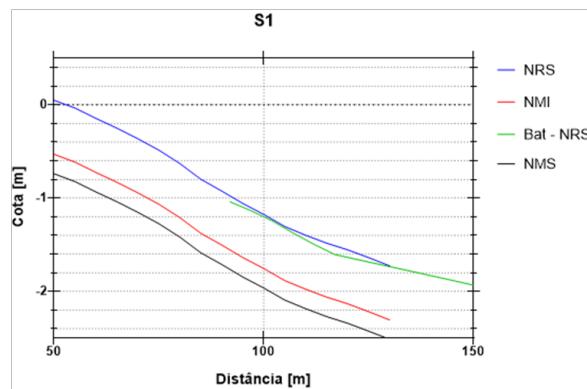


Figura 10. Zoom na região da cota -1,20 m de S1, com destaque para o deslocamento horizontal.

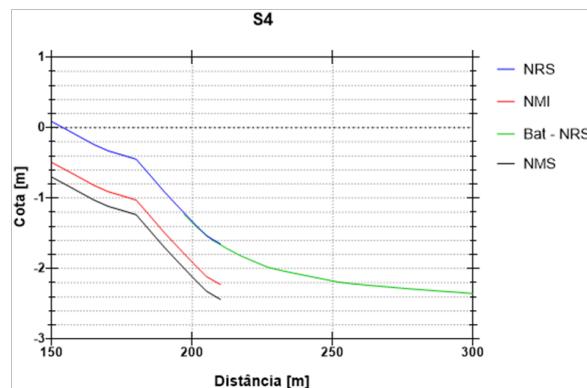


Figura 11: Zoom na região de mudança de declividade de S4, com destaque para a diferença.

As linhas a traço e ponto representam os declives de cada um dos trechos, a parte emersa da praia a azul, comumente levantada a partir da topografia, e a parte submersa do perfil a verde, correspondente ao levantamento batimétrico. A diferença entre elas é de 20°, o que para essa seção específica representa uma diferença de área, caso se faça uma extrapolação simples a partir do nível zero de referência, de 1226,7 m³/m no cálculo do balanço sedimentar, isso se for considerado o mesmo referencial.

Na tabela 2 estão resumidas as diferenças das cotas para os pontos da poligonal de acordo com o referencial adotado, onde a Cota IBGE está referenciada a Imbituba, NRS é o nível de redução em Santos e NMMS o nível médio da água do mar em Santos.

Os levantamentos realizados mostram que o nível médio da água do mar tem uma diferença de 20,9 cm entre as cidades de Santos - SP e Imbituba - SC, que estão a uma distância

Tabela 2: Cotas nos pontos da poligonal de acordo com o referencial adotado.

Ponto	Leste [m]	Norte [m]	Cota IBGE [m]	Cota NRS [m]	Cota NMMS [m]
PC	366974.817	7346298.713	1.947	2.526	1.738
PB	366942.468	7346363.208	1.929	2.508	1.720
PA	366921.7162	7346436.817	2.086	2.665	1.877
SO	366889.1862	7346554.145	2.253	2.832	2.044
Aux1	366873.4775	7346619.775	2.442	3.020	2.232
P1	366848.516	7346711.453	2.445	3.024	2.236
P2	366827.481	7346791.063	2.403	2.982	2.194
P3	366707.565	7346861.729	2.055	2.634	1.846
Aux3	366481.354	7347207.539	2.343	2.922	2.134

de aproximadamente 700 km entre si, muito superior ao valor estimado a partir da Figura 1, de aproximadamente 5,0 cm (Ribeiro e Luz, 1991 apud Luz et al., 2002). Já a diferença observada entre o NR dali e o valor do nível médio da água do mar de Imbituba foi de 57,9 cm.

Um desnível dessa magnitude pode acarretar uma diminuição na precisão de estudos referentes a balanço sedimentar em determinada região, já que a utilização de referenciais distintos para topografia e batimetria, associados a algum tipo de extração, em caso de não sobreposição dos dados topográficos e batimétricos, podem afetar significativamente os valores encontrados. Esquematicamente, a diferença entre os níveis da água do mar em Santos - SP em Imbituba - SC consta na Figura 12.

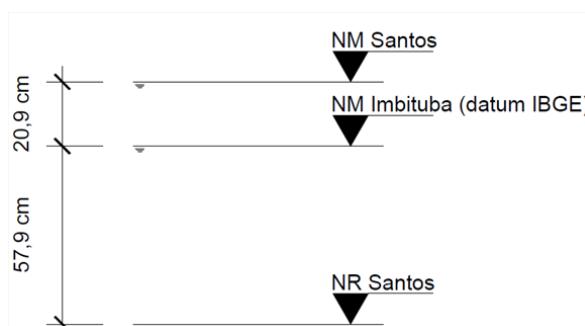


Figura 12: Diferenças entre os níveis do mar em Santos e em Imbituba.

Se for considerada a taxa de aumento do nível do mar em Imbituba - SC em 2,4 mm/ano entre 2007 e 2014 (Silva et al., 2016), e for adotada como constante para os anos subsequentes, chega-se a uma elevação total de 2,4 cm até

ao momento dos levantamentos realizados para o presente estudo. Com isso, a diferença entre os NMM de cada uma das duas localidades seria reduzida para 18,5 cm.

Se essa taxa fosse constante a partir do ano de implantação do datum vertical em Imbituba - SC, que aconteceu no ano de 1957 (Silva e Segantine, 2015), a elevação do nível médio daquele local seria de 14,64 cm, o que resultaria numa diferença entre os NMM de 6,26 cm. Obviamente esta é uma suposição, mas que, se comparada ao sugerido na Figura 1 em relação à variação do nível do mar na costa brasileira, apresenta coerência.

As diferenças medidas sugerem que a utilização do nível de referência vertical de Imbituba - SC em Santos - SP, pode afetar de forma significativa obras que dependam do nível da água do mar. Isso porque, como mostra a Figura 10, até mesmo a área de inundação pode ser diferente, afetando a segurança das obras, ou mesmo tendo efeitos negativos na drenagem urbana (Luz e Guimarães, 2003 apud Lopes 2006). Outro ponto que pode ser afetado é a utilização de obras de proteção costeira submersas, como as propostas por Garcia e Gireli (2019), já que, mesmo utilizando equipamentos de alta precisão, estas poderiam ficar até mais de meio metro emersas em baixa-mares de súbita caso a referência de nível utilizada não fosse adequadamente determinada ou corrigida.

5. CONCLUSÕES

Em relação aos processos de acompanhamento da evolução da linha de costa, os cálculos de volume para inferir a situação do balanço sedimentar, e evolução dos processos erosivos, a

utilização de um mesmo referencial é suficiente para garantir a precisão das informações levantadas, conforme o estudo de Ferreira et al. (2014).

Entretanto, a utilização de referenciais diferentes, como NMM Imbituba para topografia, e NR Santos para batimetria, podem gerar resultados bastante discrepantes, dadas as diferenças constatadas de 20,9 cm para os NMM e 57,9 cm para o desnível entre o NR de Santos e o NMM em Imbituba - SC. A comparação entre os valores da diferença entre o NMM em Imbituba e Santos pelo nivelamento geométrico realizado, e a variação estimada por Ribeiro e Luz (1991) apud Luz et al. (2002), conduz a uma discrepância de 15,9 cm, que corresponde a uma variação horizontal de 6,8 m, para um declive de 2,35 cm/m considerando apenas a região emersa.

Contudo, não é possível inferir se a variação ao longo da costa foi proporcional ao observado em Imbituba - SC por Silva et al. (2016), já que estes estudos não correlacionaram os marégrafos ao longo do espaço, de forma que as diferenças descritas por Ribeiro e Luz (1991) apud Luz et al. (2002) podem ser diferentes atualmente, já que muitos fatores podem influenciar o prisma de maré e consequentemente o nível da água do mar no local observado.

Em relação à implantação de obras em municípios costeiros, é aconselhável que se faça a consideração sobre o nível da água do mar local quando da concepção de projetos e execução das mesmas, já que, conforme demonstrado, até mesmo a área de inundação pode ser distorcida de forma significativa, podendo afetar o bem-estar da população local. Na região de estudo, por exemplo, a diferença de 57,9 cm poderia acarretar uma distância inundada de 24,6 m, considerando a mesma declividade supracitada.

O atual Sistema de Referência Vertical está baseado numa série muito antiga e curta. Considerando o atual estágio de conhecimento, e todas as considerações feitas pelos diversos estudos analisados, é necessário que se faça uma atualização e modernização do Sistema Geodésico Brasileiro. Entretanto, enquanto não existe um sistema de referência que considere estas variações espaciais e temporais, a recomendação passa pela realização de nivelamentos geométricos entre diferentes referências de nível, corroborando as recomendações da Marinha do Brasil e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, como a realizada no presente estudo, a fim de verificar as diferenças e corrigi-las.

Considerando as variações aqui observadas, e as estimativas de acordo com a posição na costa, não é possível inferir quão

lineares elas são. Efeitos como o empolamento das ondas de maré em regiões estuarinas, a posição dos marégrafos ou mesmo as variações do nível da crosta podem afetar o NM local. Sem informações mais detalhadas de maré de Imbituba - SC não é possível verificar estas divergências.

Por fim, destaca-se que na região entre a linha de água e a zona de rebentação, não se fazem levantamentos de precisão, a menos que as condições de variação de maré e declividades de praia permitam que as embarcações possam cobrir parte desta área com equipamentos tais como ecobatímetros. Justamente nesta região ocorre a maior movimentação de sedimentos devido ao transporte costeiro longitudinal. O prolongamento dos perfis topográficos além da linha de água mostrou uma boa precisão, podendo ser adotado em situações em que as condições hidrodinâmicas permitam que o operador possa executar o perfil a nado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernabeu, A. M.; Medina, R.; Vidal, C. (2003) - *Wave Reflection on Natural Beaches: an Equilibrium Beach Profile Model*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. (ISSN 0272-7714) Spain, v. 57, p. 577-585.
- Bird, E. C. F. 1985. *Coastline changes: a global review*. Chichester, UK: Wiley and Sons.
- Dean, R. G. (1977) - *Equilibrium Beach Profiles: US Atlantic and Gulf Coasts*. Department of Civil Engineering, Ocean Engineering Report, n. 12, University of Delaware, Newark, DE.
- Dalazoana, R.; Luz, R. T.; Freitas, S. R. C. (2005) - *Estudos do NMM a Partir de Séries Temporais Maregráficas e de Altimetria por Satélites Visando a Integração da Rede Vertical Brasileira ao SIRGAS*. Revista Brasileira de Cartografia (ISSN 1808-0936), S.I., v. 2, n. 57.
- Delta, Delta Economics & Finance. (2014) - *Especial: Maiores e Melhores Cidades do Brasil: Retrato Desigual*. América Economia, p. 24. Disponível em: <https://deltaefrankings.files.wordpress.com/2014/11/rae-ranking-de-cidades-20141.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2019.
- Esteves, L. S.; Toldo Jr., E. E.; Dillenburg, S. R.; Tomazelli, L. J. (2002) - *Long- and Short-Term Coastal Erosion in Southern Brazil*. *Journal Of Coastal Research*, [s.l.], v. 36, p.273-282, Coastal Education and Research Foundation. <http://dx.doi.org/10.2112/1551-5036-36.sp1.273>.
- Ferreira, A. T. da S.; Amaro, V. E.; Santos, M. S. T. (2014) - *Geodésia Aplicada à Integração de Dados Topográficos e Batimétricos na Caracterização de Superfícies de Praia*. Revista Brasileira de Cartografia (ISSN 1808-0936), Rio de Janeiro, v. 1, n. 66, p.167-184.
- Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas – FUNDESPA (2013) “Anexo 3 RDC - 120612: Análise Histórica dos Registros de Ressacas

- ocorridos na região da Baía e Estuário de Santos (jul. 2013)". Santos: CODESP/FUNDESPA.
- Garcia, P. D.; Gireli, T. Z. (2019) - *Um Projeto Piloto de Recuperação de Uma Praia Utilizando um Quebramar Submerso - Ponta da Praia, Santos, Brasil*. Revista de Gestão Costeira Integrada (ISSN 1646-8872), [s.l.], v. 19, n. 1, p.43-57. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH). <http://dx.doi.org/10.5894/rgci-n240>.
- Garcia, P.D.; Gireli, T.Z.; Venancio, K.K. (2018) - *Projeto Piloto Para Monitoramento e Contenção da Erosão da Ponta da Praia - Santos (SP)*. Proceedings XXVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica (Buenos Aires, Argentina), v.4, pp. 2487- 2497, ISSN 978-978-45194-7-4.
- García-Rubio, G.; Huntley, D.; Russell, P. (2015) - *Evaluating Shoreline Identification Using Optical Satellite Images*. Marine Geology (ISSN 0025-3227), [s.l.], v. 359, p.96-105. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2014.11.002>.
- Hagenaars, G.; Vries, S.; Luijendijk, A. P.; Boer, W. P.; Reniers, A. J. H. M. (2018) - *On the Accuracy of Automated Shoreline Detection Derived from Satellite Imagery: A Case Study of the Sand Motor Mega-scale Nourishment*. Coastal Engineering (ISSN 0378-3839), [s.l.], v. 133, p.113-125. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2017.12.011>.
- Hallermeier, R. J. (1981) - *A Profile Zonation for Seasonal Sand Beaches from Wave Climate*. Coastal Engineering (ISSN 0378-3839). USA, v. 4, p. 253-277.
- Isla, F. I.; Cortizo L.; Merlotto, A.; Bértola, G.; Albisetti, M. P.; Finocchietti, C. (2018) - *Erosion in Buenos Aires province: Coastal-management Policy Revisited*. Ocean e Coastal Management (ISSN 0964-5691), [s.l.], v. 156, p.107-116. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.09.008>.
- Italiani, D. M. (2014) - *Resposta Morfodinâmica à Alimentação Artificial da Ponta da Praia, Santos, SP*. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Geológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 93 f.
- Lopes, A. B. (2006) - *O Geóide Gravimétrico e o Nível do Mar na Região do datum Altimétrico Brasileiro: Um Estudo Comparativo*. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geofísica, Usp, São Paulo.
- Luz, R. T. (2016) - *Cálculo de Altitudes Científicas e sua aplicação no Reajustamento da Rede Altimétrica de Alta Precisão do Sistema Geodésico Brasileiro*. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 61, n. 1, p.79-97.
- Luz, R. T.; Bosch, W.; Freitas, S. R. C.; Heck, B. (2008) - *Topografia do Nível Médio do Mar no Litoral Sul-sudeste Brasileiro*. In: *Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação*, Recife - Pe. Anais... . Recife - Pe.
- Luz, R. T.; Freitas, S. R. C.; Dalazoana, R. (2002) - *Acompanhamento do Datum Altimétrico IMBITUBA através das Redes Altimétrica e Maregráfica do Sistema Geodésico Brasileiro*. In: *CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA*, 7., 2002, Santiago. Anais... . Santiago, Chile.
- Marchesiello, P.; Nguyen, N. M.; Gratiot, N.; Loisel, H.; Anthony, E. J.; Dinh, C. S.; Nguyen, T.; Almar, R.; Kestenare, E. (2019) - *Erosion of the Coastal Mekong Delta: Assessing Natural Against Man Induced Processes*. Continental Shelf Research (ISSN 0278-4343), [s.l.], p.0-1. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2019.05.004>.
- MARMIL - Centro de Hidrografia da Marinha, 2015. Marinha do Brasil. Disponível online em: http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-cartas-raster/raster_disponiveis.html. Acesso em: 24 mai. 2019.
- Marinha do Brasil (2020) - Descrição da estação maregráfica da Praticagem em Santos/SP. Disponível online em: https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados_de_mare/50227_-_praticagem_santos_f-41_padrao_v1-17.pdf
- Martínez, M.L.; Intralawan, A.; Vásquez G.; Pérez-Maqueo, O.; Sutton, P.; Landgrave R. (2007) - *The Coasts of Our World: Ecological, Economic and Social Importance*. Ecological Economics (ISSN 0921-8009), [s.l.], v. 63, n. 2-3, p.254-272. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.10.022>.
- Mentaschi, L.; Vousdoukas, M. I.; Pekel, J.; Voukouvalas, E.; Feyen, L. (2018) - *Global Long-term Observations of Coastal Erosion and Accretion*. Scientific Reports (ISSN 2045-2322), [s.l.], v. 8, n. 1, p.1-11, 27. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-30904-w>.
- McDougall, C. (2017) - *Erosion and the Beaches of Negril*. Ocean e Coastal Management (ISSN 0964-5691), [s.l.], v. 148, p.204-213. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.08.008>.
- Muehe, D. (2006) - *Erosion in the Brazilian Coastal Zone: An Overview*. Journal Of Coastal Research (ISSN 0749-0208), [s.l.], p.43-48.
- Muehe, D. (Org). (2018) - *Panorama da Erosão Costeira no Brasil*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Territorial. Brasília, Brasil. Disponível online em http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80342/Panorama_erosao_costeira_Brasil.pdf
- Nightingale L. (2017) - *One Hundred Ports. Containerization International, Lloyd's List*, p. 20-21. Disponível em: <https://sdwrecruit.co.uk/wp-content/uploads/2017/10/Lloyds-List-Top-100-Ports-2017-Report.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2019.
- Oliveira, Julio F. de; Barboza, Eduardo G.; Martins, Eduardo M.; Scarelli, Frederico M. - *Geomorphological and stratigraphic analysis applied to coastal management*. Journal Of South American Earth Sciences, [s.l.], v. 96, p. 102358-102567. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102358>.

- Semeoshenkova, V.; Newton, A. (2015) - *Overview of Erosion and Beach Quality Issues in Three Southern European Countries: Portugal, Spain and Italy. Ocean e Coastal Management* (ISSN 0964-5691), [s.l.], v. 118, p.12-21. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.08.013>.
- Silva, L. M.; Freitas, S. R. C.; Dalazoana, R. (2015) - *Análise de Séries Temporais Maregráficas Correlacionadas com Observações GNSS no Datum Vertical Brasileiro de Imbituba-SC. Revista Brasileira de Cartografia* (ISSN 1808-0936), S.I., v. 1, n. 68, p.73-90.
- Silva, I.; Segantine, P. C. L. (2015) - *Topografia para engenharia: Teoria e prática de geomática*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., Cap. 3. p. 22-75.
- SONDOTÉCNICA ENGENHARIA DE SOLOS S.A., 1977. *Comportamento hidráulico e sedimentológico do Estuário Santista*. Relatório Final e Desenhos. São Paulo: Portobrás/INPH.
- Souza, C.R.G., Souza, A.P., Ferreira, R.S., 2012. *Monitoramento Praial antes e durante as obras de dragagem do Porto de Santos, São Paulo (Brasil)*. In: Congreso Iberoamericano De Gestión Integrada De Áreas Litorales, I, 2012, Espanha. v. 1. Disponível on line em: https://www.researchgate.net/publication/303299539_Monitoramento_Praial_antes_e_durante_as_obra...do_Porto_de_Santos_Sao_Paulo_Brasil. (Accessed 2 March 2020).
- Vos, K.; Harley, M. D.; Splinter, K. D.; Simmons, J. A.; Turner, I. L. (2019) - *Sub-annual to Multi-decadal Shoreline Variability from Publicly Available Satellite Imagery. Coastal Engineering* (ISSN 0378-3839), [s.l.], v. 150, p.160-174, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2019.04.004>.

O USO DO GASTRÓPODE *MELAMPUS COFFEA* (ELLOBIIDAE) (LINNAEUS, 1758) COMO INDICADOR ECOLÓGICO DO ESTADO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DE MANGUEZAI

Francisca Cinara Araújo¹ & Rafaela Camargo Maia²

RESUMO: Em ecossistemas costeiros tropicais, os manguezais são considerados importantes áreas de alimentação, reprodução e abrigo para muitas espécies marinhas, entretanto, a intensa utilização de seus recursos naturais e a pressão antrópica sob áreas costeiras ameaça a existência desses ambientes. O objetivo do presente estudo foi determinar possíveis variações no tamanho e densidade populacional de *M. coffeea* entre manguezais desmatados e conservados, além de relacionar a sua distribuição com os parâmetros estruturais dos bosques como: densidade de árvores, composição específica, altura das árvores, diâmetro acima do peito (DAP) e área basal. Para isso, foram escolhidas três áreas de manguezais desmatadas e três áreas conservadas. Em cada local, foram sorteados três sítios e em cada sítio, foi demarcado um transecto com três parcelas com 100 m² cada. Em cada parcela, foram identificadas as espécies vegetais de mangue, estimada sua altura e medida a circunferência. A seguir, foram coletados todos os indivíduos de *M. coffeea* encontrados que foram medidos quanto à altura, largura e altura da abertura da concha. A maior abundância e os maiores tamanhos de gastrópodes foram registrados nas áreas conservadas. Os resultados da análise indicam uma relação entre *M. coffeea* e a densidade de *Rhizophora mangle*, a altura e o DAP do bosque. Conclui-se que a distribuição de *M. coffeea* pode ser influenciada diretamente pela disponibilidade e a qualidade dos recursos das florestas de mangue, podendo ser um indicador ecológico para áreas de manguezais desmatados.

Palavras-chave: Caramujo, Desmatamento, Estuário.

ABSTRACT: In tropical coastal ecosystems, mangrove forests are important areas for feeding, breeding, and sheltering for many marine species. The mangrove is dominant in the physiography of the Brazilian coast, however, the intense use of its natural resources and the anthropic pressure under coastal areas threatens the existence of these environments. In the present work we tested the hypothesis that *Melampus coffeea* gastropod is an ecological indicator of deforested mangrove areas. Thus, the general objective was to determine if there are variations in the size and population density of *M. coffeea* in deforested mangroves and to compare them with mangrove conservation, in addition to relating this distribution to the structural parameters of the forests. For this, three deforested mangrove areas and three conserved areas were chosen. At each site, three sites were drawn and at each site, a transect with three plots of 100 m² each was demarcated. In each plot, the mangrove species were identified, their height estimated, and the circumference measured. Next, all the individuals of *M. coffeea* were found that were measured for the height, width, and height of the shell opening. Larger abundance and larger sizes of snails were recorded in the conserved areas. The results analysis indicates a relation between *M. coffeea* and the *Rhizophora mangle* density, the height, and the DAP of the forest. It was concluded that the distribution of *M. coffeea* can be directly influenced by the availability and quality of mangrove forest resources and can be an ecological indicator for deforested mangrove areas.

Keywords: Snail; Deforestation; Estuary.

© Corresponding author: cinaraaraujo61@yahoo.com.br

1 Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, Acaraú- Ceará, Brasil CEP: 62 580 000.
2 Laboratório de Ecologia de Manguezais - ECOMANGUE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE, Acaraú- Ceará, Brasil CEP 62 580 000.

1. INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema costeiro tropical, de transição entre os ambientes terrestres e marinhos (Duke, 2017), sendo composto por espécies típicas de flora e fauna adaptadas às condições limitantes como inundações constantes (regime de marés) e variações de salinidade (Giri et al., 2010; Tomlinson, 2016). É um ambiente que se destaca pelos seus altos índices de produtividade e ciclagem de nutrientes, sendo favorável para reprodução, crescimento, refúgio e sobrevivência dos estágios iniciais do ciclo de vida para diversos animais (Lee et al., 2014).

Estes ecossistemas vêm sofrendo com o impacto das atividades antrópicas, principalmente resultantes do desmatamento causados pela retirada da madeira para lenha, a urbanização de suas margens e a instalação de tanques para aquicultura (Giri et al., 2010, Maia, 2016, Benavides-Varela et al., 2016, Oliveira et al., 2017). Tais atividades podem ter um efeito negativo sob a manutenção das comunidades dependentes do manguezal (Rezende et al., 2015). Segundo Sathia; Sekar (2012), os impactos causados pelo desmatamento levam a fuga ou morte da fauna associada, resultado semelhante ao encontrado por Nascimento (2008), em que a estrutura das comunidades da macrofauna bentônica foi alterada devido o desmatamento, levando a menores valores de densidade de organismos e de diversidade biológica.

O gastrópode *Melampus coffea* (Linnaeus, 1758) pertence à família Ellobiidae e constitui um grupo de moluscos pulmonados primitivos, sendo abundante em manguezais e marismas do Oceano Atlântico, distribuindo-se da Flórida ao Uruguai (Rios, 2009). A alimentação desses animais baseia-se no consumo de detritos vegetais, especialmente folhas de mangue (Profitt e Devlin, 2005; Tavares et al., 2011; 2015). Esse gastrópode realiza um processo de migração vertical diária, que consiste em se locomover até partes superiores da vegetação evitar o afogamento durante a maré alta, voltando ao substrato na maré baixa para alimentação e reprodução (Profitt e Devlin, 2005; Maia; Tanaka, 2007).

Segundo Maia e Coutinho (2013), as árvores de mangue são fundamentais para a sobrevivência de *M. coffea* em manguezais, e nesse contexto o objetivo deste trabalho foi determinar se existem variações no tamanho e densidade populacional de *M. coffea* em manguezais conservados e desmatados, além de relacionar sua distribuição com os parâmetros estruturais dos bosques de mangue.

2. METODOLOGIA

2.1 Áreas de estudo

O presente trabalho foi realizado em manguezais estuarinos do Rio Acaraú e do Rio Aracatiaçu, no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. O estuário do Rio Acaraú está localizado na cidade de Acaraú ($02^{\circ}53'08"S$, $40^{\circ}07'12"W$), tendo uma temperatura média de $27^{\circ}C$ e pluviosidade aproximada de 1.100 mm ao ano (Funceme, 2017). O estuário do Rio Aracatiaçu encontra-se no município de Amontada ($03^{\circ}23'43"S$, $39^{\circ}51'20"W$), com média térmica em torno dos $29^{\circ}C$ e média anual pluviométrica de aproximadamente 930 mm (Funceme, 2017). Nessas regiões, as áreas amostrais foram escolhidas sob as mesmas condições ambientais (bosques mistos do médio estuário), porém sujeitas à diferentes níveis de pressões antrópicas.

Assim, foram escolhidas três áreas sob ação de desmatamento e três áreas controle, (Figura 1), totalizando seis áreas de amostragem. As áreas foram selecionadas após análise de imagens de satélite da região e observações *in loco*. Foram consideradas áreas conservadas aquelas nas quais o mangue vermelho (*Rhizophora mangle*) atinge 20 m de altura (Meireles et al., 2007 e Silva; Maia, 2018).

2.2 Caracterização da estrutura vegetal dos bosques

A caracterização da estrutura vegetal do manguezal foi baseada na metodologia proposta por Schaffer-Novelli e Cintrón (1986), que consiste no emprego de parcelas múltiplas, adaptada por Maia e Coutinho (2012) que propõem a replicação dos transectos. Em cada local, foram sorteados três sítios e em cada um, demarcado um transecto de três parcelas com 100 m^2 cada, distanciadas em 5 m. As parcelas foram orientadas perpendicularmente ao rio a partir do início da faixa de vegetação.

Em cada parcela, as plantas foram contabilizadas, identificadas quanto à espécie, tiveram a altura estimada e a circunferência medida à altura do peito (CAP) com auxílio de uma fita métrica. No caso dos indivíduos menores, foi obtido o diâmetro do tronco abaixo da primeira ramificação.

Posteriormente, os dados da circunferência foram transformados em diâmetro à altura do peito ($DAP = CAP/\pi$) e foram calculados para cada área os valores médios da altura, do DAP, da área basal dos indivíduos ($\pi/4 \cdot DAP^2$) e da densidade de troncos vivos e mortos além da frequência e dominância relativa por espécie (Schaffer-Novelli; Cintrón, 1986). Sendo, Frequência relativa = frequência de uma espécie/soma das frequências de

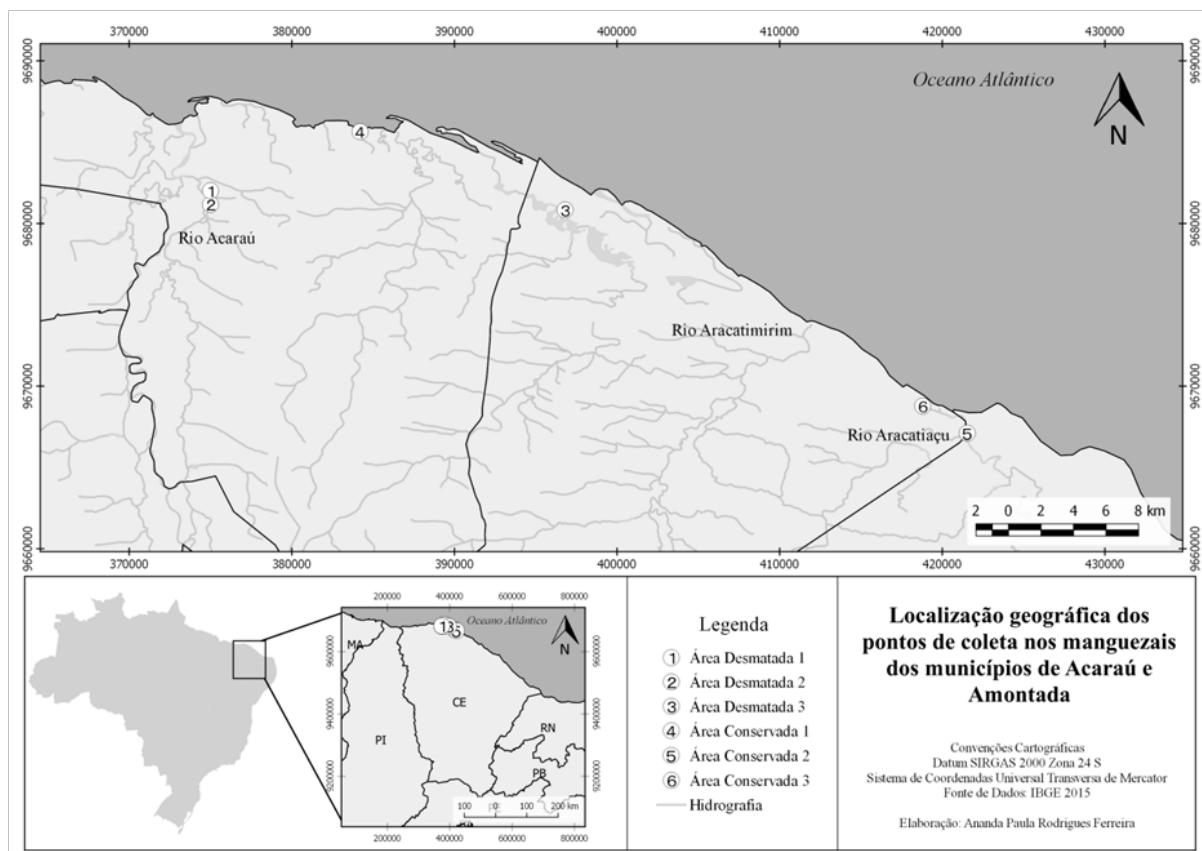


Figura 1. Localização geográfica dos pontos de coleta nos manguezais dos municípios de Acaraú e Amontada.

todas as espécies x 100 e Dominância relativa = dominância de uma espécie/número total de indivíduos x 100.

2.3 Distribuição de *M. coffeea*

Na área vegetada, dentro das parcelas descritas anteriormente, todos os indivíduos de *M. coffeea* encontrados foram coletados manualmente durante as marés baixas. Em laboratório, com auxílio de paquímetro (precisão = 0,01 mm), foram realizadas medições de altura, largura e altura da abertura da concha. Após a medição, os animais foram conservados em álcool 70%.

2.4 Análises estatísticas

Quanto à estatística, primeiramente foram testadas a normalidade (Teste de Kolmogorov e Teste de Shapiro-Wilk) e a homogeneidade (Teste de Cochran) dos dados. Para comparar a densidade e o tamanho de *M. coffeea* entre os manguezais conservados e desmatados foi utilizado um Teste t de Student. O mesmo teste foi realizado para comparar a

densidade de árvores entre áreas desmatadas e conservadas. Também foram realizadas Análises de Correlação Linear entre a densidade populacional e tamanho da concha de *M. coffeea* com os parâmetros estruturais dos bosques amostrados (altura, composição específica, DAP e área basal).

3. RESULTADOS

3.1 Caracterização estrutural dos bosques de mangue

Durante o estudo foram identificadas cinco espécies de mangue nos bosques: o mangue vermelho *Rhizophora mangle* (L.), o mangue preto *Avicennia germinans* (L.) Stearn *Avicennia chaueriana* Stapf e Leechm, o mangue branco *Laguncularia racemosa* R. (Gaertn) e o mangue de botão *Conocarpus erectus* (L.). Entretanto, essas espécies distribuíram-se de forma distinta entre as áreas conservadas e desmatadas (Tabela 1). Nas áreas desmatadas, a maior dominância (67,80%) e frequência

Tabela 1. Frequências e Dominâncias relativas das árvores de mangue nas áreas de estudo. Valores expressos em %.

Parâmetros/ Áreas/ tratamentos	Desmatadas			Conservadas		
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
Frequência						
<i>A. germinans</i>	53,7	57,46	92,5	9,82	5,62	12,39
<i>A. shaueriana</i>	0,41	0	4,51	42,41	1,5	7,08
<i>C. erectus</i>	0,81	0	1,5	0	0,75	0
<i>L. racemosa</i>	43,5	41,44	1,5	2,23	4,87	76,55
<i>R. mangle</i>	1,63	1,1	0	45,54	87,27	3,98
Dominância						
<i>A. germinans</i>	54,3	53,5	94,6	53,8	6,9	10
<i>A. shaueriana</i>	0	0	3,1	12,6	6,7	8,3
<i>C. erectus</i>	0,3	0	0	0	0	0
<i>L. racemosa</i>	45,2	45,5	1,2	0,3	0,3	80,2
<i>R. mangle</i>	0,1	1	1,1	33,3	86	1,6

(67,46%) foram da espécie *A. germinans*, enquanto em áreas conservadas, a maior dominância (40,30%) e frequência (30,72%) foram de *R. mangle*.

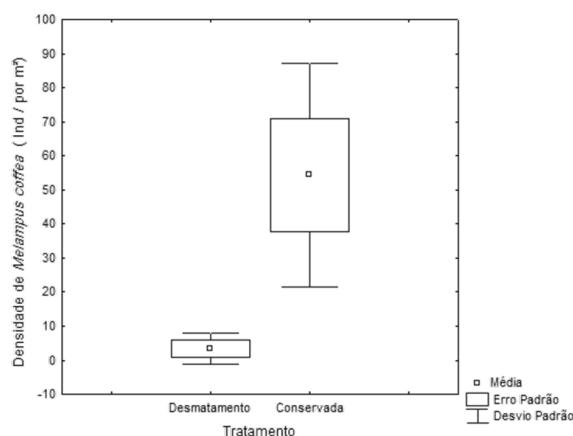
Áreas conservadas apresentaram uma maior abundância absoluta de árvores, uma vez que foram registrados 1277 mangues no total, 718 exemplares nas áreas conservadas e 559 exemplares nas áreas desmatadas ($t = -1,46727$; $gl = 16$; $p = 0,0147$). Nas áreas desmatadas, as árvores tiveram a altura média de $2,02 \text{ m} \pm 0,1\text{DP}$, já nas áreas conservadas a altura média foi de $2,05 \text{ m} \pm 0,13\text{DP}$.

3.2 Padrões de distribuição *M. coffeea* entre os manguezais.

Foram amostrados 1.643 indivíduos de *M. coffeea* nos manguezais estudados, sendo 1.546 indivíduos nas áreas conservadas e apenas 97 nas áreas desmatadas. A densidade média de caramujos variou significativamente entre as áreas estudadas, sendo os maiores valores registrados nas áreas conservadas ($t = -2,91188$, $gl = 50$, $p < 0,000001$) (Figura 2).

Com relação ao tamanho da concha, o maior indivíduo amostrado foi encontrado nas áreas conservadas (22,79 mm de altura, 17,35 mm de largura e 18,84 mm altura da abertura) e o menor nas áreas desmatadas (11,22 mm de altura, 7,12 mm de largura, 8,69 mm altura da abertura). Dessa forma, observa-se que a altura da concha ($t = -2,74820$, $gl = 50$, $p = 0,002599$), largura da concha ($t = -2,67074$, $gl = 50$, $p = 0,006500$) e altura da abertura concha ($t = -2,71890$, $gl = 50$, $p = 0,003176$) dos

indivíduos de *M. coffeea* coletados nas áreas desmatadas, apresentaram diferenças significativas, obtendo o gastrópode *M. coffeea* um maior tamanho nas áreas conservadas, quando comparada com as áreas desmatadas (Fig.3 A, B e C).

Figura 2. Densidade média ± erro-padrão de *M. coffeea* na área desmatada e conservada.

Os resultados da Análise de Correlação entre as variáveis de tamanho da concha e a densidade de *M. coffeea* com os parâmetros estruturais dos bosques estão expressos na tabela 2. Foram observadas correlações significativas entre a densidade do caramujo com densidade de *R. mangle* ($r=0,45$), altura das árvores ($r=0,53$) e o DAP ($r=0,30$).

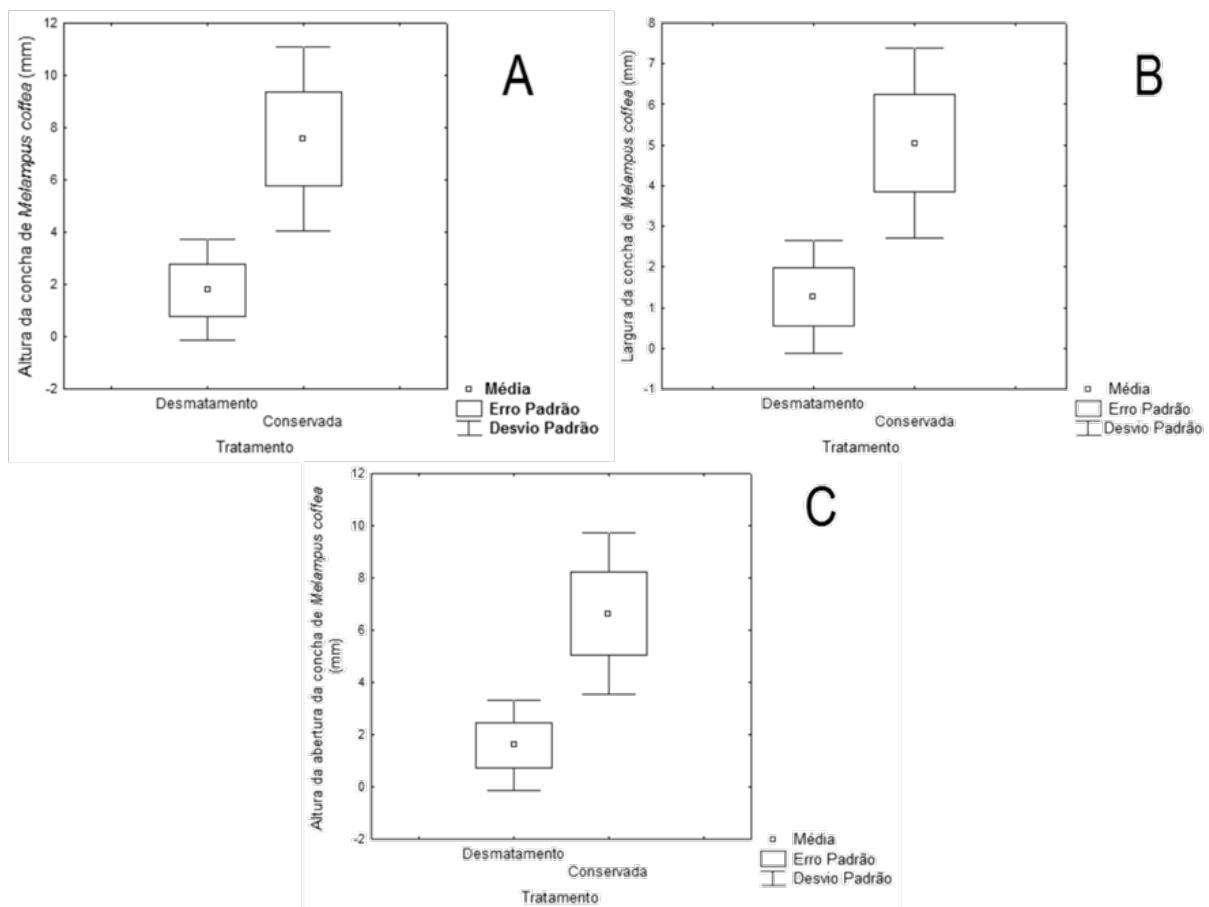


Figura 3. Tamanho médio ± erro-padrão de *M. coffeea* entre os tratamentos amostrados. A: Altura da concha; B: Largura da concha e C: Altura da Abertura da concha.

Tabela 2. Resultados da Análise de Correlação entre altura, largura e abertura da concha e a densidade de *M. coffeea* com os parâmetros de estrutura (considerando os valores de densidade para as espécies e estrutura) das áreas conservadas e desmatadas. Valores em negrito indicam diferenças significativas $p < 0,05$. AC: Altura da Concha, LC: Largura da concha e AAC: Altura da Abertura da concha.

	R. mangle	A. germinas	A. schaueriana	L. racemosa	Total árvores	Altura árvores	Área basal	DAP
Dens. <i>M.coffea</i>	0,45	-0,16	-0,06	-0,21	-0,02	0,53	0,04	0,30
AC	0,45	-0,18	-0,04	-0,20	-0,01	0,49	0,04	0,24
LC	0,43	-0,18	-0,04	-0,20	-0,01	0,46	0,04	0,22
AAC	0,44	-0,18	-0,04	-0,20	-0,01	0,49	0,04	0,24

4. DISCUSSÃO

Os dados obtidos revelam que não há diferenças na composição das espécies de mangue e sim, na distribuição das mesmas entre as áreas conservadas e desmatadas. Assim, *R. mangle* é dominante em áreas conservadas e é menos frequente em áreas desmatadas, enquanto *L. racemosa* e *A. germinans* têm maior frequência e dominância nas áreas impactadas. Esses dados corroboram com trabalhos sobre impactos ambientais em manguezais que indicam que a espécie *L. racemosa* é típica de bosques degradados em processo de regeneração, caracterizando-se como uma espécie pioneira num processo de sucessão secundária (Peria et al., 1990; Soares, 1999; Soares et al., 2003; Souza-Sampaio, 2001). Assim como bosques mais impactados vão possuir uma menor representatividade de *R. mangle*, espécie com estratégia clímax e que em estágio de sucessão avançada forma bosques monoespecíficos (Téllez-García; Valdez-Hernández, 2012; Hernández et al., 2015).

Os dados aqui apresentados indicam que o tamanho da concha e a densidade de *M. coffeea* varia consideravelmente entre manguezais conservados e impactados. Assim, as maiores densidades e tamanhos dos caramujos foram encontrados nas áreas conservadas. Segundo Skilleter; Warren (2000), a estrutura vegetal dos manguezais influencia diretamente as condições e o funcionamento das florestas, e a sua alteração pode influenciar a distribuição e abundância da fauna uma vez que estes bosques provêm refúgio e alimentação para as espécies. Estudo realizado por Ortiz; Blanco (2012) mostrou que *Littoraria angulifera* (Lamarck, 1822) (Gastropoda: Littorinidae) e *Neritina virginea* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda: Neritidae), duas espécies comuns em manguezais do Caribe, apresentaram uma distribuição em pequenas manchas no manguezal, devido ao desmatamento e erosão costeira. Do mesmo modo, resultados encontrados por Nehemia et al., (2016) indicam que o desmatamento de manguezais pode causar a redução da diversidade genética *Littoraria subvittata* (Reid, 1986) via redução do tamanho efetivo da população e pode até mesmo ameaçar à sobrevivência dessas populações.

Os resultados da Análise de Correlação indicaram uma tendência a relação entre a densidade de caramujos e a densidade de *R. mangle*, espécie vegetal dominante e mais frequentes nas áreas conservadas amostradas. Segundo Profitt; Devlin (2005) e Tavares et al., (2011), caramujos *M. coffeea* são macrodetritívoros e demonstram preferência alimentar por folhas mais velhas de *R. mangle*. Adicionalmente, as raízes dessa espécie de mangue também são fundamentais para a

sua distribuição representando um refúgio em marés altas, depois de terem se alimentado no substrato durante a maré baixa como observado por Maia e Tanaka (2007) no nordeste do Brasil e Blanco e Castaño (2012) no Caribe colombiano.

Assim, os resultados aqui apresentados indicam que maiores tamanhos de concha e densidade populacional de *M. coffeea* são encontrados em áreas conservadas, visto que essas possuem maior densidade de *R. mangle*, provendo assim recursos alimentares e refúgios abundantes para espécie.

O presente trabalho representa mais um passo para o entendimento das relações entre as espécies de caramujos típicos de manguezais com a sua vegetação. A estrutura vegetal dos bosques de mangue influencia diretamente as condições e o funcionamento dessas florestas, e a sua alteração pode influenciar a distribuição e abundância da fauna. Sendo assim, a conservação dos bosques é um fator importante para o equilíbrio das populações ali existentes. Os dados apresentados pelo presente trabalho evidenciam que a espécie *M. coffeea* pode funcionar como uma indicadora ecológica de áreas degradadas de manguezal, respondendo ao impacto por meio de variações na distribuição de tamanho e densidade populacional.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a distribuição de *M. coffeea* é influenciada pela cobertura vegetal das florestas de mangue. Destacando assim a forte importância das interações tróficas envolvendo plantas e animais em florestas de manguezais, que exercem um importante papel no controle das populações, comunidades e processos ecológicos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos membros do Laboratório Ecomangue pela ajuda durante as coletas e triagens. Ao nosso guia P. S. Ribeiro por nos acompanhar durante as coletas, ao IFCE campus Acaraú pela infra-estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides-Varela, C; Samper-Villarreal, J; Cortés, J. (2016) -Cambios en la cobertura de manglares en Bahía Culebra, Pacífico Norte de Costa Rica (1945-2010). *Revista de Biología Tropical* (ISSN: 2215-2075), Costa Rica. Disponível on-line em: <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/73438>.

- Blanco, JF; Estrada, EA; Ortiz, LF; Urrego, LE. (2012) - Ecosystem-Wide impacts of deforestation in mangroves: The Urabá Gulf (Colombian Caribbean) Case Study. *ISRN Ecology*, 2012, 1-14. DOI: 10.5402/2012/958709.
- Blanco, JF; Castaño, M. C. (2012) - Efecto de la conversión Del manglar a potrero sobre ladensidad y tallas de dos gasterópodos em el delta Del río Turbo (golfo de Urabá, Caribe colombiano). *Revista de Biología Tropical* (ISSN: 0034-7744), Costa Rica. Disponível on-line em <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44925088025>.
- Brasil. Lei 12.562 de 25 de maio de 2012: dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm Acesso em: 25 janeiro de 2017.
- Costa, MFDA; et al. (2004) - Bioindicadores da qualidade ambiental. In: Eskinazi-Leça, E; Neumann-Leitão, S; Costa, M. F. da (eds). Oceanografia - um cenário tropical. pp. 319 -352, Recife: Universidade Federal de Pernambuco. ISBN: 85-7409-582-6.
- Duke, NC. (2017) - Further deductions from biodiversity hotspots, ancestral discontinuities, and common evolutionary processes. In: Rivera-Monroy, V.H. et al. (eds.), *Mangrove Ecosystems: A Global Biogeographic Perspective*, pp. 17-52. 2017, Springer, Cham. ISBN: 978-3-319-62206-4. Disponível on-line em: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-62206-4_2.
- Fell, PE; Williams, J. H. (1985) - Distribution of the snail, *Melampus bidentatus*, and the mussel, *Geukensia demissa*, along the Pataguanset estuary (Connecticut) in relation to a and other tidal marsh invertebrates, *The Nautilus* (ISSN 0028-1344), Flórida. Disponível on-line em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000066&pid=S0073-4721200700040000400002&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000066&pid=S0073-47212007000400002&lng=pt).
- FUNCEME. Posto meteorológico de Amontada. (2017) - Disponível em: <http://www.funceme.br/>. Acesso em: 24 de outubro de 2018.
- Giri, C, et al. (2010) - Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20: 154-159. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x.
- Hernández, CMA; et al. (2015) - Phenological variation of *Rhizophora mangle* and ground water chemistry associated to changes of the precipitation. *Hidrobiológica*, (ISSN: 0188-8897), México. Disponível on-line em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972015000100006&lng=es&nrm=iso&tlang=en.
- Levinton, J; Kelaher, B. (2004) - Opposing organizing forces of deposit-feeding marine communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 300:65-82. DOI: 10.1016.
- Lee, SY; et al. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. *Global Ecology and Biogeography*, (Global Ecol. Biogeogr)23, 726-743. DOI: 10.1111/geb.12155.
- Linsingen, VL; Cervi, AC. (2007) - Conocarpus erectus Linnaeus, nova ocorrência para a flora do Sul do Brasil. *Adumbraciones ad Summa Editionem*, Madrid. Disponível on-line em: http://bibdigital.rjb.csic.es/PDF/Adumb_26.pdf.
- Maia, RC. (2016) - Manguezais do Ceará. Recife: Imprima. ISBN: 978-85-64778-38-2.
- Maia, RC; Tanaka, MO. (2007) - Avaliação de efeitos locais de espécies de mangue na distribuição de *Melampus coffeus* (Gastropoda, Ellobiidae) no Ceará, Nordeste do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, (ISSN: 0073-4721), Porto Alegre. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S007347212007000400004&script=sci_abstract&tlang=pt.
- Maia, RC; Coutinho, R. (2012) - Structural characteristics of mangrove forests in Brazilian estuaries: A comparative study. *Revista Biología Marina y Oceanografía*. (ISSN: 0717-3326). Chile. Disponível on-line em: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/revbiolmar/v47n1/art08.pdf>.
- Maia, RC; Coutinho, R. (2013) - The influence of mangrove structure on the spatial distribution of *Melampus coffeus* (Gastropoda: Ellobiidae) in Brazilian estuaries. *Pan-American Journal of aquatic Sciences* (ISSN: 1809-9009). Brasil. Disponível on-line em: https://www.researchgate.net/publication/264703646_The_influence_of_mangrove_structure_on_the_spatial_distribution_of_Melampus_coffeus_Gastropoda_Ellobiidae_in_Brazilian_estuaries.
- Maia, RC; Coutinho, R. (2016) - The effects of salinity on the density, shell size and survival of a mangrove gastropod: laboratory and field evidence. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(6): 1191-1199. DOI: 10.1017/S0025315415000715.
- Merkt, RE; Ellison, AM. (1998) - Geographic and habitat-specific morphological variation of *Littoraria* (*Littorinopsis*) *angulifera* (Lamarck, 1822). *Malacología*, 40:279-295. DOI: 10.1007/s10750-005-1449.
- Meireles, A. J. de A., Cassola, R. S., Tupinambá, S. V., Queiroz, L. de S. (2007). Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, Nordeste do Brasil. *Revista de Geografia*, Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, ano 06, número 12. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273620805008>.
- Oliveira, J de; Souza, R, M; Sobral, IS. (2007) - A carcinicultura marinha e seus impactos no manguezal do Vaza-barris em São Cristóvão-SE. *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA* (ISSN1982-5528). Fortaleza. Disponível on-line em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/422>.
- Nehemia, A; Huyghe, F; Kochzius, MARC. (2016) - Genetic erosion in the snail *Littoraria subvittata* (Reid, 1986) due to mangrove deforestation. *Journal of Molluscan Studies*, 83(1) 1-10. DOI: 10.1093.
- Ortiz, LF; Blanco, JF. (2012) - Distribución de los gasterópodos Del manglar, *Neritina virginea* (Neritidae) y *Littoraria angulifera* (Littorinidae) em la Ecorregión Darién, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*. (ISSN 0034-7744). Costa Rica. Disponível on-line em: https://www.researchgate.net/publication/262624973_Distribucion_de_los_gasteropodos_del_manglar_Neritina_virginea_Neritidae_y_Littoraria_angulifera_Littorinidae_en_la_Ecorregion_Darien_Caribe_colombiano.

- Pereira Filho, O; Alves, J RP. (1999) - Conhecendo o manguezal. Apostila técnica, Grupo Mundo da Lama, RJ. 4:1 10. Disponível on-line em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/manguezais.pdf.
- Polidoro, BA; et al. (2010) -The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS One*, 5(4):1-10. DOI: 10.1371/journal.pone.0010095.
- Proffitt, CE; Devlin, DJ.(2005) - Grazing by the intertidal gastropode *Melampus coffeus* greatly increases mangrove leaf litter degradation rates. *Marine Ecology Progress Series*, 296, 209 – 218. DOI: doi: 10.3354/meps296209.
- Rezende, CE; et al.(2015)- An economic valuation of mangrove restoration in Brazil. *Ecological Economics* 120, 296–302. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.10.019 0921.
- Rios, E. C. (2009) - Compendium of Brazilian sea shells. 3. ed.Rio Grande: Ed. Evangraf, Museu Oceanográfico Prof. E. C. Rios/FURG,676p. ISBN: 9788577271733 8577271730.
- Smith III, T. J. (1992) - Forest structure. In: Robertson, A.I.; Alongi, D. M.(eds.), Coastal and Estuarine Studies, v. 41, Tropical Mangrove Ecosystems.Washington: American Geophysical Union, Washigton, D., C., 329p. ISBN 0875902553.
- Sillimam, B.R. (2006) - Competitive displacement of a detritivorous salt marsh snail. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 339(1):75-85.DOI: doi.org/10.1016/.
- Silva, N. R.; Maia, R. C. (2018)- Avaliação do tamanho e peso de propágulos das espécies pioneiras de mangue na formação de plântulas para a recuperação de manguezais. *Gaia*, 12(3): 117-128. DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2018v12n3.39306>.
- Skilleter, G. A.;Warren, S. (2000) - Effects of habitat modification in mangroves on the structure of mollusc and crab assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 244:107-129. DOI: doi.org/10.1016/S0022-0981 (99)00133-1.
- Sathia, T.; Sekar, C. (2012) - Mangrove Eco-system and their multifunctionalities: an analysis of the provisions of economic and environmental livelihoods to the fisherman communities in the south-east coast of India. *Trends in Agricultural Economics*, 5(2): 31 – 47.DOI: 10.3923/tae.2012.31.47.
- Soares, MLG;et al. (2003) - Diversidade estrutural de Bosques de Mangue e sua relação com distúrbios de Origem Antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). *Anuário do Instituto de Geociências* (ISSN 1982-3908), UFRJ. Disponível on-line em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/>.
- Souza, MMA; Sampaio, EVSB.(2001) - Variação temporal da estrutura de bosques de mangue de Suape - PE após a construção do Porto. *Acta Botanica Brasilica* (ISSN 1677-941X), Minas Gerais. Disponível on-line em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062001000100001>.
- Tavares, DV; et al. (2011) - Contribuição de *Melampus coffeus* (Gastropoda, Ellobiidae) na degradação da serapilheira do médio estuário do rio Pacoti, Ceará, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* (ISSN 0073-4721). Porto Alegre. Disponível on-line em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212011000100007.
- Tavares, D.V; et al. (2015) - Ecological relations between mangrove leaflitter and the spatial distribution of the gastropod *Melampus coffeus* in a fringe mangrove Forest.Iheringia, Série Zoología, (ISSN 1678-4766), Porto Alegre. Disponível on-line em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212015000100035.
- Téllez-Gracia, C. P.; Valdez-Hernández, J. I. (2012) - Caracterización estructural Del manglar en el Estero Palo Verde, Laguna de Cuyutlán, Colima. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*. 18(3): 395-408.DOI: 10.5154/r.rchscfa.2010.11.101.
- Tomlinson, P. B. (2016) - The botany of mangroves. Second Edition. Cambridge University Press Cambridge, p 418.ISBN 978-1-107-08067-6.

DISASTER MANAGEMENT AND CLIMATE ADAPTATION ROADMAP FOR COASTAL CITIES BASED ON UNDRR'S TEN ESSENTIALS

Carlos Germano Ferreira Costa¹

ABSTRACT: Disasters and natural hazards increasingly affect people in the most vulnerable communities in coastal cities, and low-lying areas are especially exposed in the context of increased urbanization, where the urban risk continues to rise. This paper endeavors to establish a Roadmap for Disaster Risk Management Planning for coastal cities based on the United Nations Office for Disaster Risk Reduction Ten Essentials (UNDRR, 2012). We report on local Disaster Risk Management (DRM) practices in a mid-Atlantic capital -the city of Praia, in Cabo Verde. DRM in coastal cities in island states turns out to be an intricate process due to the incorporation of socio-environmental anthropogenic exposure to physical, economic, population, political, and climate vulnerabilities. This paper contributes to the growing knowledge of the institutional framework's role in the facilitation of local adaptation, and design-thinking of urban-development planning processes in coastal cities and low-lying areas, by distinguishing arising opportunities for planned Disaster Risk Reduction (DRR) and Climate Change Adaptation (CCA) in Small Island Developing States (SIDS) and describing a roadmap intended at further advances the discussions for the progress of risk-informed sustainable development pathways in the context of coastal cities. It advocates for the design of adaptative processes understood according to local initiatives, to foresee a possible expression of the growing engagement of different actors in the control and monitoring of risks and vulnerabilities in these areas.

Keywords: Planning Policy and Models, Government Policy, Climate Risk Management, Small Island Developing States (SIDS), West Africa.

RESUMO: Os desastres e perigos naturais afetam cada vez mais as pessoas nas comunidades mais vulneráveis nas cidades costeiras, e as áreas baixas estão especialmente expostas no contexto de crescente urbanização, onde o risco urbano continua a aumentar. Este documento esforça-se para estabelecer um Roteiro para o planeamento de Gestão de Risco de Desastres para cidades costeiras com base nos Dez Essenciais da UNDRR, o Escritório das Nações Unidas para a Redução dos Riscos de Desastres (UNDRR, 2012). Reportamos boas práticas locais de Gestão de Risco de Desastres (DRM) numa capital meso-atlântica -a cidade da Praia, em Cabo Verde. A DRM em cidades costeiras de estados insulares acaba sendo um processo intrincado devido à incorporação da exposição antropogênica socioambiental a vulnerabilidades físicas, económicas, populacionais, políticas e climáticas. Nesse sentido, este artigo contribui para o conhecimento crescente do papel da estrutura institucional na facilitação da adaptação local e concepção de processos de planeamento de desenvolvimento urbano em cidades costeiras e áreas de baixa altitude, distinguindo oportunidades surgidas para planejamento da Redução de Risco de Desastres (RRD) e Adaptação às Mudanças Climáticas (AMC) em Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (PEIDS), e descrevendo um roteiro destinado a promover ainda mais as discussões para o progresso de rotas de desenvolvimento sustentável informados sobre riscos no contexto de cidades costeiras. A análise defende o desenho de processos adaptativos entendidos de acordo com as iniciativas locais, de forma a antever uma possível expressão do crescente envolvimento dos diversos atores no controle e monitoramento dos riscos e vulnerabilidades nestas áreas.

Palavras-chave: Políticas e Modelos de Planejamento, Política Governamental, Gestão de Riscos Climáticos, Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS), África Ocidental.

¹ Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - Clima. Email: carloscostainspira@gmail.com

1. INTRODUCTION

Historically, the planning and development of most cities in the developing world had not consistently addressed the vulnerability of human settlements to the consequences of increased exposition to natural and human-made hazards and risks (WB, 2011; Elsharouny, 2016; Arshad *et al.*, 2020; Spaliviero *et al.*, 2020). The implication of these factors claims for governments (at all levels) to focus on the urban re-design towards safer cities for inhabitants based on the development of normative approaches to support disaster resilience, risk-informed policy implementation, and sustained transformation (UNDRR, 2015; Boulos, 2016; Satta *et al.*, 2017). Global and regional studies on the impacts of climate change on coastal urban systems are increasingly available (Ajibade, 2017; Pérez-Hernández *et al.*, 2020; Valenzuela *et al.*, 2020). Though, there is still a need to specify the socioeconomic and policy implications for the coastal zone and low-lying areas (Valenzuela *et al.*, 2020; Arshad *et al.*, 2020). In this regard, disaster-oriented urban management practices can be a powerful catalyst for reducing losses and damages from natural and human-made hazards events, while simultaneously helping to develop a resilient economy and society in a well-managed environment (Gencer, 2013; Spaliviero *et al.*, 2020). The study focuses on a roadmap for Urban Disaster Risk Reduction (UDRR) plan proposed for a mid-Atlantic SIDS capital -Praia, Cabo Verde, framed accordingly to the United Nations Disaster Risk Reduction policies (UNDRR, 2012). Therefore, the analysis and understanding of specific circumstances may support the establishment of Local Level Disaster Risk Management (DRM) roadmaps, helping policymakers, governments, and society to enhance local capacities and capabilities to reduce exposure to risks and hazards, and overall vulnerability.

2. METHODOLOGY

2.1. The Scenario Management Roadmap – The Municipality of Praia

As we can discern in Figure 1, the city of Praia, in the island of Santiago, is the capital of the Republic of Cabo Verde, located between latitudes 14° 28' N and 17° 12' N and longitudes 22° 40' W and 25° 22' W, 600 km far from the Senegal coast in West Africa (GoCV/MEA, 2007). Cabo Verde is defined by a unitary country, with a single level of sub-national governments composed of 22 municipalities (Text A in SI-I; Text B in SI-II), with an average municipal size of 23,356 inhabitants (OECD/UCLG, 2016). The country counts with a population of 543,767 people (2018), and

rising population density (134.9 people per sq. km of land area in 2018), with a sustained annual population growth of 1.2% (1.9% when considering urban population growth) between 2015-18 (WB, 2019). Approximately 88% of the population lives on four islands (56% in Santiago; 15% in São Vicente; 9% in Santo Antão, and 8% in Fogo) (WB, 2018, p. 11). Besides, there is a relatively high population density in some islands (a little more than half of the population -236,000 people -live on the main island, Santiago; a little more than a quarter of the populace lives in the capital city, Praia (28.2%) (OECD/UCLG, 2016). The number of inhabitants has increased by 32% since 1990, reaching 132,317 people in 2014, under a current growing population of 3% per year (Lopes *et al.*, 2014). A total of 65% of its population lives in urban areas (GoCV/MEA, 2007; GoCV/MAHOT, 2013; OECD/UCLG, 2016).

Cabo Verde is a lower-middle-income country located in Sub-Saharan Africa, which according to the most recent Government estimates, has a Gross National Income (GNI) per capita around 3,450.00 USD, in 2018. Its absolute poverty line embraced 35% of the population in 2015 (WB, 2019). The accelerated pace of population growth in the capital has not been co-occurred by housing policies and programs capable of responding effectively to the housing demand. Therefore, the outcome of this correlation was the generation of unplanned communities on the outskirts of the capital city, with neighbourhoods without any sight of oversight, without obeying any type of planning and without providing essential services and infrastructure (Monteiro *et al.*, 2012).

Until the 1930s, the Plateau confined the city of Praia (Medina do Nascimento, 2010). Amid the 20th century, the surrounding hilltops were gradually occupied (Lopes *et al.*, 2014). During the 1970s, new neighbors filled the vacant spaces, due to spontaneous and unplanned land occupation, as happening in numerous African urban sprawl processes (Medina do Nascimento, 2010). Furthermore to the geographical area of 101.8 km² located within the perimeter of the island of Santiago (~1,000 km² in area), Praia has a coastline length of approximately 46 km, plus 1,800 m of the coastal perimeter of its only "Ilhéu" -islet- (Santa Maria -with about 6 hectares (ha), which is 150 m far from the coast, in the southern part of Praia bay, in the "Gamboa" area (PRAIA CITY COUNCIL 2016; 2016a).

The population built more than 70% of their residential districts without proper planning or municipal licenses: 19 of the 31 residential neighborhoods are predominantly unlicensed, and many considered "formal" (planned) city-districts have illegal

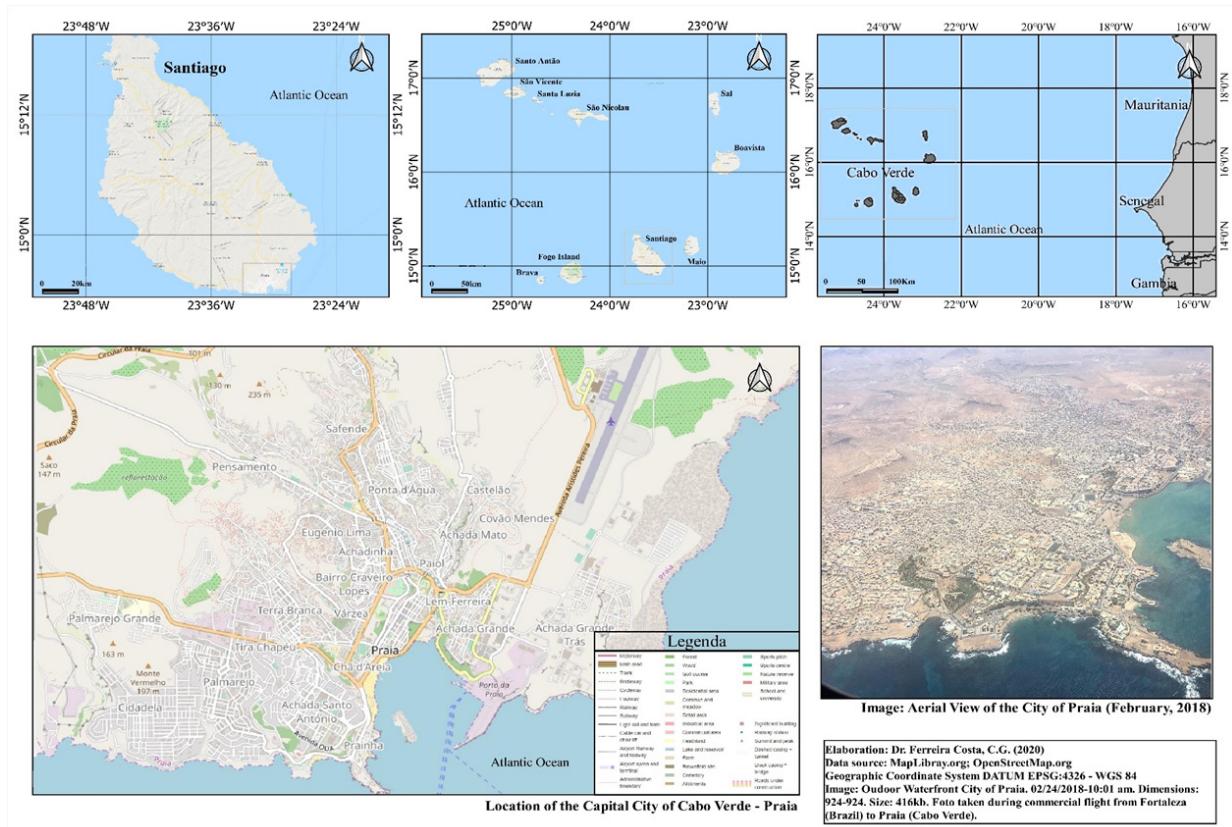


Figure 1. The city of Praia, on the island of Santiago, the capital of Cabo Verde. Software: QGIS-3.4.4-Madeira (2020). Res.:600x600. 7015x4960 pixels.

housing patches. The traditional rectangular grid of the “Plateau” (introduced during the Portuguese administration) was never implemented in many other areas. The new sprawling areas have an irregular shape (with a very differentiated urban occupation composition, street orientation, and width), determined by the space available between the buildings. Another common urban property of the city of Praia is the scarcity of green spaces. The environmental comfort in those areas is affected by the impoverishment of the air quality and thermal conditions in indoor and outdoor spaces (Lopes et al., 2014).

Even though the city counts with a Basic Law of Spatial Planning and Urban Planning (LBOTPU, in Portuguese), oriented by the Legislative Decree No. 1/2006, with changes introduced by Legislative Decree No. 6/2010, which defined the Municipal Master Plan (PDM, for its acronym in Portuguese) as the planning (and management) instrument that governs the spatial organization of the entire municipal territory (PDM, 2016, PRAIA CITY COUNCIL, 2016). And the Ordinance No. 35/2016 (Text C in SI-III), which ratified the Land Use Master Plan of Praia (Text

D in SI-IV) (PRAIA CITY COUNCIL, 2016a; MIOTH, 2016). Praia's municipality did not have a risk mapping. A problem that the International Project Preparedness for Disaster Recovery aimed to tackle, which adopted the municipality of Praia, as well as Mosteiros and Ribeira Brava as the Pilot sites to draw up an urban risk mapping and assessment (PRAIA CITY COUNCIL, 2016; 2016a; MIOTH, 2016).

Nevertheless, the Spatial Planning and Urban Planning (LBOTPU) identified the most problematic areas and points according to geological, geomorphologic, and hydrological risk areas in the municipality of Praia. The main environmental risks/hazards to which the municipality of Praia is subject are the following: (i) Drought and desertification; (ii) Floods; (iii) Mass movements in slopes (Landslides); (iv) Coastal erosion; and, (v) Sewage Pollution (Figure 2) (Praia City, 2016; 2016a).

2.2. Data and Methodology

It is a qualitative analysis based on Caboverdian government and administrative data regarding Disaster Risk Management (DRM) policy implementation, supported by third-party reports, such

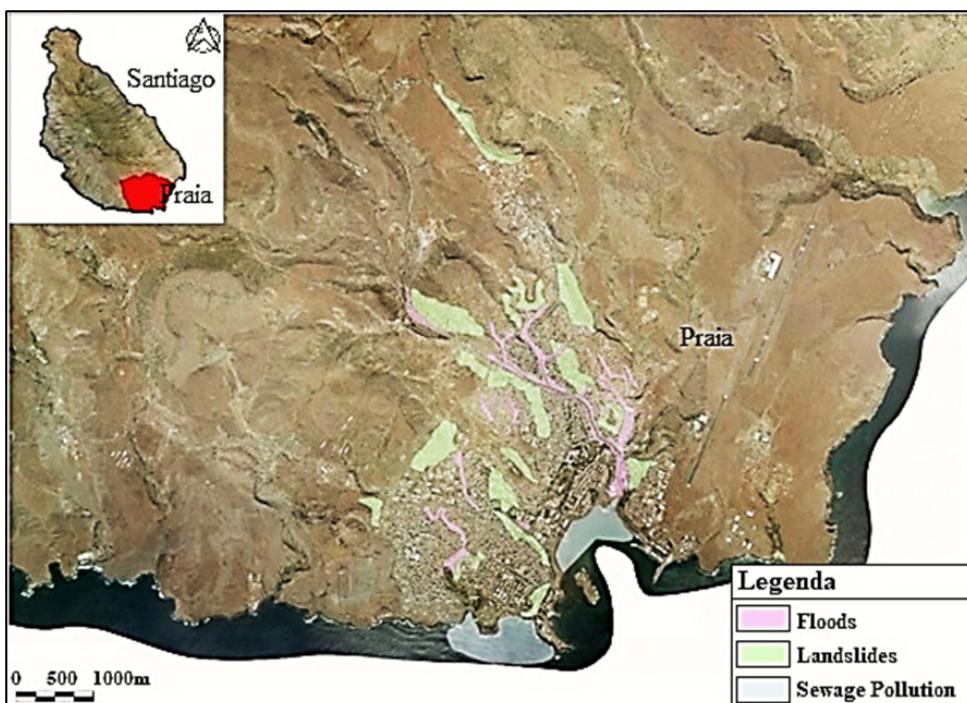


Figure 2. Areas Susceptible to Environmental Risks in the City of Praia. Source: Adapted from Praia City Council, (2016).

as case studies, audit reports, or development agency statistics, and in this way can be understood as “evidence-based” assessment for the design of a local Roadmap for Disaster Risk Management Planning for coastal cities. This study’s efforts tend to be confined within the municipality of Praia, in Cabo Verde. However, as a mid-Atlantic coastal capital city in a Small Island Developing State (SIDS) located in West Africa, the findings can easily be incorporated in similar contexts.

It seeks to provide specific data on disaster management at the local level, according to the United Nations Disaster Risk Reduction (UNDRR) Ten Essentials (2012) (Text E in SI-V). Consideration of context and research goals helps determine a combination of methods to establish a Roadmap for Disaster Risk Management Planning for coastal cities, designed accordingly to the Ten Essentials of UNDRR. Moreover, the paper uses maps for the best visualization of essential issues. For this, the QGIS software, version 3.3.4-Madeira (2020), was used. The data source for shapefiles utilized was OpenStreetMap.org and MapLibrary.org. The reference system employed was the Geographic Coordinate System DATUM EPSG:4326-WGS84,

composed of the aerial view of the city of Praia. General maps of the Cabo Verde’s archipelago location, Santiago’s island, and the city of Praia have the goal of facilitating identification and observation of the study area.

The paper is structured around four sections. The first introduces the background and highlights the main characteristics and difficulties encountered in disaster risk management in coastal cities. The second presents the principles, conceptual bases, methodological aspects, and policy structures of the roadmap by discussing the antecedents of relevant international DRM policy frameworks and its repercussions at the country level. In the third section, the paper describes the process of formulating the risk management planning roadmap, in light of previous DRR policy and practice developments. Finally, in the last section, the paper brings comments on the DRM roadmap capacity and consensus needed, regarding requirements, needs, and gaps for legitimacy, urgency, and ability to deliver the expected results drawing main lessons learned and exploring possibilities of application in other coastal cities and low-lying human settlements.

3. RESULTS

3.1. A Roadmap for Disaster Risk Management Planning in Coastal Cities

Formulation and Structure of the Roadmap

Accordingly, the Ten Essentials for Making Cities Resilient guides the roadmap as a vital element along with the review of national DRR and land-use planning legislation. This approach serves the analysis of actions aimed at defining, planning, implementing, coordinating, and controlling public management for disaster risk management in the complex environment of Praia, allowing its replicability in similar contexts (Figure 3).

The formulation and structure of the roadmap seek to integrate multi-level Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction policies into local design-thinking, decision-making processes and plan implementation processes. It aims to support the governance of DRM policy instruments in coastal cities and low-lying human settlements in Cabo Verde and similar geographies.

3.2. Corporate Governance in Coastal Cities

3.2.1. Organizing for Disaster Resilience Building -Action 1

The ability of the local government to produce risk-informed public policies, decisions, or needed rules and regulations, is a significant indicator of capability (Kusumasari and Alam, 2012; Govindarajulu, 2020; Spaliviero *et al.*, 2020). The dynamic, interrelated, and multidimensional risks and vulnerabilities that exist in urban areas require systemic approaches that seek to understand the nature of interacting systems and adopt governance adapted to the context (Lassa and Sembiring, 2017; Arshad *et al.*, 2020). In this regard, taking these connections into account, See in Table 1, a summary of possible disaster risk governance settings for organizing for disaster resilience in Cabo Verde.

Nonetheless, present and future approaches to managing risks require an understanding of the systemic nature of risk governance and development choices. The inevitability of climate change highlights the greatness of adaptative efforts. Climate change adaptation through land-use planning strategies



Figure 3. City of Praia Disaster Risk Management Planning Roadmap, Built Upon the Ten Essentials. Source: Adapted from UNDRR, 2012.

Table 1. Organizational Settings for Disaster Resilience in Coastal Cities.

Steps	Work Areas/ Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
1	A permanent disaster risk management office is established in the municipality.	Make sure the municipality of Praia counts with administrative resources, qualified staff, and infrastructure. Establish a designated office within the city administration to lead a coordination mechanism among departments and other actors.	Designated office within the city administration to lead a coordination mechanism among departments and other actors created. The number of formal protocols to maintain recognition of individual organizations and services (fire department, ambulance services, health services, police, NGOs, and others), increase inter-operability among these units (language, tools, communication). Generate scenarios for coordinated drills.	National and Local Civil Protection, and the Local Government.
2	DRR is mainstreamed into local government planning and programs in the entire municipality.	Establish a legislative framework for resilience and Disaster Risk Reduction (DRR). Make sure DRR is a formal and permanent priority within regular planning, governance, and local government programs.	The number of environmental, building, and planning standards as well as bylaws to support risk reduction, anchored in updated risk assessments, are created, and enforced by the government.	The Central and Local Government.
3	Disaster prevention, preparedness, response, and resilient early recovery is coordinated at the local level.	Define and review, regularly, the roles and responsibilities of departments and services involved.	The number of regulations for low-income residential areas created/improved, reinforcing safety. The number of regulations for commercial/industrial areas create/improved, reinforcing safety. The number of collaborative strategies to integrate and coordinate all existing units responsible for emergency response, relief, and recovery created and enforced –even if under the jurisdiction of various authorities.	Civil Protection.
4	A Community-Based DRR approach – considering SIDS' specificities –is elaborated and implemented at the local level.	Involve different actors, such as volunteers, NGOs, the academia, the business community –encouraging the involvement of leading community-based organizations and associations as early as possible in this process. Clarify the limits of authority and the roles and responsibilities of actors/stakeholders/communities.	Establish strategies and actions to increase the number of municipal ordinances that support Disaster Risk Reduction in all sectors (public and private). Increase and support the number of partnerships with local, regional, national, and international research centers, Universities, NGOs, and scientific-technical bodies that can provide data, expertise, research, and resources.	The Local Government/ International and national Partners/Community.
5	Residents, private and public institutions, and neighboring government landowners work collectively to reduce risks.	Coordinate all emergency services within the urban zone. Make sure that citizens take action to improve livelihoods and create defensible spaces along the urban-wide land interface areas. Create alliances and networks beyond the city.	The number of alliances, incorporating a cluster approach among neighboring municipalities, with similar or interdependent risks to: (a) strengthen partnerships; (b) improve decentralized actions; (c) plan for common territorial risks; and, (d) sharable human and technical resources. The number of participants in regional and international for a, and in the Global Campaign "Making Cities Resilient (MCR)" to promote initiatives, exchange experiences, and increase local-regional-national-international cooperation.	The National, Regional, and Local Governments.

increases the resilience to risks, magnifies the economic and social conditions of inhabitants, and safeguards resources for the succeeding generations (Elsharouny, 2016; Ajibade, 2017).

3.2.2. Knowing, Understanding, and Managing Current and Future Risk Scenarios – Action 2

Human activity grows exposure; it increases the propensity for systems reverberations, setting up feedback loops with cascading consequences that are difficult to foresee (WB, 2011; UNDRR, 2019). Moreover, risks and vulnerabilities vary through time and across regions and populations dependent on a myriad of factors. Nonetheless, the concept of “risk” is complex (Satta et al., 2017). While it can be reasonable to classify risks so that responsibility can be assigned, risk management should not be compartmentalized in different silos, organizations, institutions, or individuals for proper risk management (UNDRR, 2019).

With this in mind, understanding vulnerability and risks, establishing planning frameworks, and stepping up to prevent

crisis and disasters is fundamental for coastal cities, especially for cities like Praia, including the place-born knowledge and cultural aspects of local populations. Ranging from the extent of adaptation and mitigation; and, especially, keeping close correlation with development and political choices, potentially linked to severe climate change impacts relevant to Article 2 of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), which refers to “dangerous anthropogenic interference with the climate system” (IPCC, 2014).

In the city of Praia, DRR data availability and its quality are steadily improving (GoCV/MAHOT, 2013). However, the realm of statistical capacity-building should be more welcoming to accommodate collaboration and synergies across increasingly complex data systems, supporting the International Community and participation of local populations. Data collection is, in this regard, often fragmented, non-universal, incommensurable, and biased. In this regard, Table 2 proposes a route to ensure the necessary technical support and the identification of capacities

and resources to involve stakeholders in establishing broader geographical information and monitoring systems.

There are examples of actions that attempt to solve these problems, designed at initial stages targeting data collection and the creation of management tools to gather data and information to assess the quality, completeness, and format of existing data to systematize and use of a spatial database (GoCV/MAHOT, 2013; GoCV, 2017). Even though these actions

are still limited in scope and territorial coverage in Cabo Verde; the understanding of the local limitations, give us orientation on the feasibility of establishing new strategies, expanding existing actions, and plan accordingly to real circumstances to integrate further developments (UNDP, 2017). Bridging this gap to build resilience requires new decision-support tools that can operate on data that is not comprehensive but good enough (Spaliviero *et al.*, 2020).

Table 2. Essential Steps to Ensure the Identification, Understanding, and Precise Use of Current and Future Risk Scenarios in Coastal Cities.

Steps	Work Areas/Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
1	Risk, Capacity, and Vulnerability (physical and socio-economic assessments) are conducted to fill knowledge gaps, identifying hazards, exposures, and vulnerabilities in –at least – the “most probable” and “most severe” (worst-case) scenarios, considering the specificities of the urban settlements.	<p>Led by appropriate city departments, prepare comprehensive risk, capacity, and vulnerability assessments, as well as risk and vulnerability mapping, integrating loss and damage scenarios, considering climate change impacts, driven by technical expertise available through participant institutions.</p> <p>Make sure to consult and involve local stakeholders.</p> <p>Enlist, as necessary, technical support from national, regional, and international experts.</p> <p>Determine the degree of vulnerability (physical and socioeconomic) as well as the degree of exposure to hazards of the population, development actors, infrastructure, and planned and ongoing city-level projects.</p> <p>Map, inform, sensitize, and awareness raise populations at high-risk areas.</p> <p>Identify the capacities and resources institutionally available, at the city as well as the district level.</p> <p>Undertake baseline studies.</p>	<p>The number of comprehensive risks, capacity, and vulnerability assessments, as well as risk and vulnerability maps created including “damage and loss” scenarios.</p> <p>The number of training and capacity building activities undertaken.</p> <p>The number of PDNAs and p-DRP trainings and workshops undertaken.</p> <p>Creation of a roster of technical experts (local, regional, national, and international).</p> <p>Creation of a local-level committee to consult and include local stakeholders in the DRR decision-making process.</p> <p>The number of detailed urban risk assessments undertaken.</p>	National, Regional, and Local governments, and the civil protection.
2	A risk and vulnerability (physical and socioeconomic) database is built, including emerging hazards, exposures, and vulnerabilities in –at least – the ‘most severe’ (worst-case) scenarios.	<p>Prepare and maintain an updated database of disaster losses from past events and current potential hazards at the local level.</p> <p>Map the nature, local, intensity and establish the probability of hazards (including natural, human-made, and technological aspects).</p> <p>Update the risk, capacity, and vulnerability assessments, preferably annually.</p> <p>Make sure the data collected, and the DRR information generated is shared among interested counterparts (e.g., government institutions), to support evidence based DRR policymaking.</p>	<p>The establishment of an updated database of disasters, including damage and loss, from past events and current potential hazards, at the local level.</p> <p>Map the natures, local, intensity, and probability of events/hazards.</p> <p>The number of capacity and vulnerability assessments updated.</p> <p>Creation of communication channels among interested counterparts and stakeholders, with clear role and authority definition, for improved DRR decision-making and action, at the local level.</p>	Civil protection, Local governments and institutions.
3	A DRR Master Plan is developed.	<p>Identify corrective actions and plans to reduce risks, vulnerability, and exposure.</p> <p>Prioritize actions based on technical analysis according to the Urban Development Plan, land-use zoning (when available), private investment decisions, and worst-case scenarios (or related information) for emergency preparedness, planning, and simulations.</p> <p>Update the DRR Master Plan –Preferably every three (3) years.</p>	<p>The number of corrective actions and plans to reduce risks, exposure, and vulnerability created and implemented.</p> <p>The number of actions based on the analysis of the urban planning, land-use zoning, private investment decision, and worst-case scenarios (or related information), for emergency preparedness, planning, and simulation implemented.</p> <p>Existence of an updated DRR Master Plan at the local level.</p>	Local civil protection, the Local governments, and Institutions.
4	An Early Warning System (EWS) is designed	<p>Design a city-wide geographic information and monitoring system.</p> <p>Create geographic information and monitoring systems that include input data from –is accessible to –all interested actors/stakeholders, including the civil society, the productive sector (for example agriculture, commerce, and tourism, among others), and the scientific and technical community.</p> <p>Maintain outputs in the city’s Geographic Information System (GIS).</p>	<p>Creation of a city-wide Geographic Information and Monitoring System.</p> <p>The numbers of DRR decision-making and actions undertaken, fed with updated information from the local GIS.</p>	<p>National and Local Civil protection, and the National, Regional, and Local governments.</p> <p>Research Institutions and Universities (Local, National, and International).</p>

Table 2. Essential Steps to Ensure the Identification, Understanding, and Precise Use of Current and Future Risk Scenarios in Coastal Cities (continuation).

Steps	Work Areas/Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
5	Risk Reduction measures and Awareness Campaigns are established.	<p>Encourage public and private sector participation in developing awareness campaigns and information that promote resilience building and improved DRR actions among the general public, homeowners, education and health workers industry, real estate developers, and others.</p> <p>Make the DRR information available to the public through websites, smartphone applications and other channels of communication and information.</p> <p>Make sure the information available to other public and private institutions, commerce, and industry through pre-established cooperation agreements, and communication channels.</p>	<p>The number of awareness campaigns and information that promote resilience building and improve DRR actions implemented.</p> <p>The number of formal communication and information channels targeting the general public, created.</p> <p>The number of formal communication and information channels targeting public and private institutions, commerce and industry created.</p> <p>The percentage of the local finance dedicated to the implementation of DRR actions (according to the Ten Essentials Framework, and Government planning).</p> <p>The number of risk reduction measures integrated into the local planning and in the local government budgeting.</p> <p>An exclusive -and professionally managed, with sufficient resources -budget for DRR actions, emergency response, communications, Early Warning Systems, and Risk/Exposure/Vulnerability/Capacity Assessments, created.</p>	The National and Local governments.

3.2.3. Strengthening Financial Capacity for Resilience – Action 3

Increased losses and loss variability in various regions are to become more severe and frequent due to extreme weather events and hazard types, challenging public and private insurance schemes regarding their capacity to deliver affordable coverage while raising more risk-based capital, particularly in developing countries (WB, 2011; IPCC, 2014). In the city of Praia, national and local authorities consider risk management actions following the initial implementation of Urban Risk Assessments (URA). Such DRR practices are also informed through the evidence provided by Cost-Benefit Analysis (CBA), Cost-Effectiveness Analysis (CEA), based on the effectiveness and efficiency of improved DRM management (UNDP, 2017). Moreover, the ongoing policy reforms taking place in Cabo Verde stress the value of operations aimed at increasing long-term resilience to, and the ability to, recover from the adverse impacts of disasters, thereby helping support the sustainability of the government's development program and national and local efforts to eliminate extreme poverty and boost shared prosperity (Ferreira Costa, 2020). Table 3 emphasizes viable solutions to prioritize the integration of DRR and CCA, institutionalizing climate-resilient recovery efforts.

In this regard, The World Bank is supporting government policy areas aligned with the creation of resilience to climate change, (WB, 2018a), following the national Sustainable Development Strategic Plan 2017-2021, and strengthening the Disaster Risk Management (DRM) and Climate Change Adaptation (CCA) agenda through the Development of the Cabo Verde's National Disaster Risk Reduction Strategy, aimed at building its institutional capacity and improving coordination among stakeholders to

behave adequately in the aftereffect of a natural or human-made catastrophe (UNDRR, 2017a, 2019a; GoCV, 2018).

Therefore, it is crucial to confront financial and institutional bottlenecks to invest in critical infrastructure to enhance urban resilience best suited for the types of climate risks we foresee in the coming years (Govindarajulu, 2020). Countries and municipalities need to be aware of institutionally and financially constraints and become technically prepared to support public-private risk reduction initiatives to guarantee economic and fiscal resilience and reinforce sustainable adaptative processes.

3.3. Integrating Planning in Coastal Cities

3.3.1. Pursuing Resilient Urban Development and Design – Action 4

The actions to build healthier communities in Cabo Verde, especially in Praia, date back to 2009. The Central and Local Government authorities started the dialogues and established a partnership with UN-HABITAT (2015) on the implementation of the New Urban Agenda in the country and to identify the priority areas for cooperation, based on a roadmap for the elaboration of an urbanization program for the country, with five main components concerning the discussion of national urban policy; Improvement of informal settlements, urban resilience and capacity building; Implementation of the city prosperity index and finally the urban citizenship campaigns component. Especially outlining some strategies for future joint intervention in the framework of the Participatory Slum Upgrade Programme (UN-HABITAT, 2017). In the viewing of these advancements, a few years later (2017), the government started to conduct a pilot initiative on Detailed Urban Risk Assessments (DURA), in three municipalities -Praia, Mosteiros, and Ribeira Brava (UNDP, 2017). The DURA pilot program's overall purpose was

Table 3. Steps to Strengthen the Financial Capacity in Coastal Cities.

Steps	Work Areas/Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
1	A Local-level budget for DRR is established.	<p>Provide dedicated resources from service charges, taxes, fees, incentives, fines, and municipal bonds to ensure that DRR decision-making and actions are carried out at the local level.</p> <p>Integrate Risk Reduction measures into the local government budget to increase the resilience building of the city's economy, natural, and human-made ecosystems, environment, and infrastructure (i.e., schools, hospitals, critical assets, water supply, drainage, and solid waste management, among others).</p> <p>Provide support for a municipal budget to maintain well-trained and equipped emergency response personnel and services, communications, Early Warning Systems, and Risk/Exposure/Vulnerability/Capacity assessments.</p> <p>Develop long-term capital investments to retrofit and replace the most critical emergency lifelines.</p>	<p>The percentage of local finance dedicated to the implementation of DRR decision-making processes and actions, according to the Ten Essentials Framework and national and local government planning, based on fiscal and budgetary situation.</p> <p>The number of risk reduction measures integrated into the local government budget to increase resilience building.</p> <p>Exclusive budget for emergency response, communication, Early Warning Systems, and Risk/Exposure/Vulnerability/Capacity assessments created.</p>	Local government, Local civil protection, local institutions, and the civil society.
2	Incentives for Risk Reduction are in place, addressing the private sector, local governments institutions, and the civil society.	<p>Provide incentives for the construction of safe housing and infrastructure for new houses/buildings, local business, government institutions, with a focus on disaster resilience and risk reduction.</p>	<p>The number and quality of fiscal incentives established for the construction of safe housing and infrastructure focusing on disaster resilience, risk reduction, strengthening, and retrofitting vulnerable and essential infrastructures.</p>	The local government, commerce, industry, and the civil society.
3	Penalties for low-risk reduction actions are in place, addressing the private sector, government institutions, and the civil society.	<p>Support safer standards by providing DRR information, options, and subsidized actions in high-risk areas.</p> <p>Encourage and incentivize local business and residents, financial institutions, government institutions, and insurance companies to reduce the cost of more sustainable building supplies and support low-income communities with micro-insurance, savings, and credit schemes.</p> <p>Consider differentiated penalties and sanctions for those –among the private sector, government institutions, and the civil society –who increase risks, exposure, vulnerability, and environmental degradation, by law.</p> <p>Give differentiated public recognition and awards for those –sector, private and public institutions, and the civil society –who take proactive action to reduce risks, exposure, vulnerability, and environmental degradation, by law, as well as promote good city practices that reduce risks and vulnerability to hazards.</p>	<p>The number of design options and subsidized actions in high-risk areas provided by the local government.</p> <p>Creation of a local-level program to reduce the costs of more sustainable building supplies.</p> <p>Support to low-income communities with micro-insurance, savings, and credit schemes.</p> <p>The numbers of functional environmental and DRR legislation and norms addressing penalties and sanctions for those who increase risks, exposure, vulnerability, and environmental degradation.</p> <p>Creation of a local level public recognition system and awards to good city practices that reduce risks, exposure, vulnerability, and environmental degradation.</p>	The civil protection, and the local government and institutions.

to generate evidence on physical risks and socioeconomic vulnerability of at-risk-population to foster improved practices to allow risk-informed development as part of a national-led program to promote urban resilience in Cabo Verde. The main objectives sought to: (i) identify the physical vulnerabilities of buildings, critical facilities, and public infrastructure; (ii) to build a comprehensive Urban Risk Profile and Risk Management Portfolio and urban Development and disaster risk management; (iii) to inform and inspire revision of existing land-use planning by incorporating updated information and data regarding hazard mapping and results from these pilot initiatives in urban risk assessments; and finally, to develop national and local authority and capability to conduct detailed urban risk assessments integrating Disaster Risk Reduction (DRR) and Climate Change Adaptation (CCA) elements into local level planning and management.

These Urban Risk Assessments were part of the preparedness for a resilient recovery project to inform the development of disaster scenarios necessary for recovery planning processes,

necessarily, to understand the types and scales of disaster events these municipalities need to prepare for –institutionally and financially (Table 4).

3.3.2. Safeguarding Natural Buffers to Heighten the Protective Functions Offered by Natural Ecosystems – Action 5

Climate change amplifies existing climate-related risks and creates new risks for natural and human systems. Many of these risks are no longer limited to a sector or region, and, usually, they present cascading effects (IPCC, 2014; Pérez-Hernández *et al.*, 2020). Notwithstanding, in the long run, countries and cities must re-shape the physical, economic, political, and socio-cultural risk scale (Ajibade, 2017), since risk reduction processes have multiple connections with environmental degradation, ill-adaptation, and poverty (Arshad *et al.*, 2020). Policy and decision-making processes, yet, fall short of taking these connections into account (Ferreira Costa, 2013). Table 5 summarizes actions to enhance the protective functions of natural ecosystems.

Table 4. Steps to Pursue Resilient Urban Development and Design.

Steps	Work Areas/Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
1	Strengthen critical infrastructure keeping them operating and functional before, during, and after the occurrence of events.	<p>Establish and implement DRR plans, programs, and actions to maintain the structural and physical resilience and robustness of essential infrastructure.</p> <p>Assess disaster risk in schools and hospitals and strengthen/retrofit those most vulnerable.</p> <p>Collect and assess data on the physical vulnerability of education and health facilities in disaster-prone areas.</p> <p>Assess and ensure compliance of key infrastructure, respecting safety standards, when deciding on the location, design, and construction of all new infrastructure.</p> <p>Create a DRR action plan to assess and reduce vulnerability and risks in existing critical infrastructure, such as roads, and communications, by selecting and retrofitting the most critical (and vulnerable) infrastructure and incorporating stringent maintenance and repair programs.</p> <p>Generate more comprehensive DRR action and more human resources by encouraging surveyors, engineers, and other built environment professionals, the private sector, and communities to participate in critical risk reduction planning and policy implementation at the local level.</p>	<p>The number of action plans and programs implemented to maintain the structural and physical resilience and robustness of the main infrastructure.</p> <p>The number of assessments addressing the geographical location and capacity requirements of new infrastructure.</p> <p>The number of assessments addressing DRR issues in education and health facilities and retrofitting the most vulnerable.</p> <p>The number of data collection activities concerning the physical vulnerability of schools and health facilities in disaster-prone areas.</p> <p>The number of assessments of compliance with safety standards concerning the location, design, and construction of new infrastructure.</p> <p>Existence of a DRR action plan to assess and reduce vulnerability and risks in existing crucial infrastructure.</p> <p>The number of retrofitting and stringent maintenance and repair, which are undertaken in critical infrastructure.</p> <p>The number of DRR actions and the volume of huma resources participating/addressing critical DRR decision-making and policy implementation at the local level.</p>	The Local government and the Private Sector.
2	Protect critical infrastructure, recognizing the relevance of priority services and operations before, during, and after events.	<p>Improve the safety of public health and education facilities that have crucial/complementary roles in emergency response and recovery.</p> <p>Plan for business continuity to ensure that lifelines and services are quickly restored.</p> <p>Strengthen –and financially motivate –private educational and health facilities that can contribute relief efforts and provide complementary services in the emergency and recovery phases.</p> <p>Increase the number of private institutions that become partners of the local government to deliver emergency relief, Early Recovery actions, and DRR implementation.</p>	<p>The number of public and private health and educational facilities that support emergency response, early recovery, and DRR implementation at the local level.</p> <p>Existence of plans/agreements to ensure quick restoration of lifelines and critical services.</p> <p>The number of financial incentives to motivate private sectors to support emergency response and recovery.</p> <p>The number of private institutions that are official partners of the local government.</p>	The Local government and the Private Sector.

Table 5. Steps to Safeguard Natural Buffers to Enhance the Protective Functions Offered by Natural Ecosystems.

Steps	Work Areas/Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
1	Develop, Implement, Revise, and update the local´s Urban Development Plan, Land-Use zoning, and investments decisions based on worst-case scenarios risk, capacity, physical and socioeconomic vulnerability assessments.	<p>Incorporate DRR and CCA into the local´s Urban Land Use Planning process and sectoral regulations, based on updated risk assessments.</p> <p>Incorporate peripheral land around urban developments and the rural and natural environments in the land-use planning.</p> <p>Create plans to prevent control human settlements in high-risk areas, and integrate risks, exposure, and vulnerability in existing urban and peri-urban settlements.</p> <p>Prescribe restrictions on building type, use, occupancy, and density-based in watershed basins.</p> <p>Establish and spread-out the location of natural buffers, critical infrastructure, evacuation routes and shelters, emergency services, and lifelines.</p> <p>Establish and spread-out escape routes, and routes for the delivery of relief supplies.</p> <p>Maintain and updated inventory of land-use classification and vulnerability, and urban distribution and buildings database to monitor human settlement developments in hazard-prone areas.</p>	<p>The number of sectoral regulations and land-use plans incorporating DRR and CCA at the local level.</p> <p>The number of studies incorporating peri-urban issues into the city´s land-use plan.</p> <p>The number of plans created and implemented to control and limit urban expansion in high-risk and natural (buffer) areas.</p> <p>The number of restrictions on building types, uses, occupancy, and density in the covered areas.</p> <p>The number of critical infrastructures, evacuation routes and shelters, emergency services, and lifelines services available in the covered areas.</p> <p>Previous identification and location of escape routes, and routes for the delivery of relief supplies.</p> <p>Existence of an updated inventory of land-use classifications and vulnerability, and urban distribution and buildings database to monitor human settlement developments in hazard-prone areas.</p>	<p>National and local civil protection, and the national, regional, and local governments.</p> <p>Research institutions and Universities (Local, national, and international).</p> <p>The private sector, commerce, industry, among others.</p>

3.3.3. Strengthening Institutional Capacity for Resilience – Action 6

The literature emphasizes the significance of national and local governments in agreeing and complying with standards and in managing the implementation of disaster risk reduction initiatives (Prabhakar *et al.*, 2008; WB, 2011; Kusumasari and Alam, 2012; Ferreira Costa, 2020; Spaliviero *et al.*, 2020). Community-Based Disaster Risk Management (CBDRM) is pivotal in the establishment of such a governance framework. It requires local capacity and a culture of decentralization so that the local community functions within a supportive structure of government and non-government organizations (Chen *et al.*, 2006; Valenzuela *et al.*, 2020; Govidarakulu, 2020). Furthermore, cooperation mechanisms can provide crucial support to local knowledge-sharing and Capacity-building among cities with similar risk profiles and development concerns. The reinforcement of key policy and legal revisions are required to establish all institutional frameworks and implementing context-specific mechanisms to build readiness for resilience (UNDP, 2017). Such frameworks are critical in empowering and including all stakeholders to establish the basis for gender equality and include people and groups more exposed and more vulnerable to disaster impacts (UNDRR, 2019a; Ferreira Costa, 2020). Investments in physical infrastructure, especially in the information technology sector, are required to ensure better online reporting and loss accounting at all administrative levels while also building capacities in cartography and geospatial data (GoCV/MAHOT, 2013). Cabo Verde needs to develop the capacity to analyze and use data, mostly because the country, and the municipality of Praia have the means to collect it (Table 6) (GoCV, 2017).

3.3.4. Understanding and Strengthening Societal Capacity for Resilience – Action 7

In the city of Praia awareness-raising, and capacity-building of local institutions on sustainable post-disaster recovery processes have been the central focus of international support. Especially by the conduction of workshops on Post-Disaster Needs Assessments (PDNA) and Pre-Disaster Risk Prevention (p-DRP) in all the 22 municipalities of the country (UNDP, 2017). Urban adaptation benefits from effective multi-level urban risk governance, alignment of policies and incentives, strengthened local government and community adaptation capacity, synergies with the private sector, and appropriate financing and institutional development (Table 7). Under these participatory processes, municipal staff and local experts learned how to analyze unsafe and vulnerable circumstances, find alternatives to resolve dilemmas, elaborate procedures for risk reduction,

and set organizations to implement disaster management tasks (UNDRR, 2017). However, reducing fundamental service deficits, improving housing, and building resilient infrastructure systems could significantly reduce vulnerability and exposure in urban areas. It would require a broader and long-term strategy (Chen *et al.*, 2006; Valenzuela *et al.*, 2020). In this regard, increased capacity, voice, and influence of low-income and vulnerable communities and their partnerships with local governments also benefit adaptation (IPCC, 2014).

3.3.5. Increasing Infrastructure Resilience – Action 8

Many global risks related to climate change find coastal urban areas as its main sites (Satta *et al.*, 2017), mostly in the developing world (WB, 2011; Spaliviero *et al.*, 2020). Steps that build local resilience and enable urban and peri-urban sustainable development can accelerate successful climate-change adaptation globally (IPCC, 2014; Boulos, 2016). In Cabo Verde, the ACP-EU Natural Disaster Risk Reduction (NDRR) Program (2019-2020) is promoting an innovative project which aims to encourage the planning capacity of the Ministry of Education to secure the quality of interventions to school infrastructure, and to reduce exposure to natural hazards (GFDRR, 2017). The activities include: (i) an update of existing information on school infrastructure at the national level; (ii) the identification of schools exposed to different natural and climate hazards, taking into account existing disaster and climate risk information; (iii) identifying new priority interventions; (iv) a diagnostic of the construction technologies applied in Cabo Verde's schools and of relevant technical regulations; and, (v) capacity building to monitor the implementation of interventions in schools (Table 8).

3.4. Response Planning in Coastal Cities

3.4.1. Ensuring Effective Disaster Response – Action 9

Designing effective interventions requires an understanding of context (Table 9). Moreover, the needs of the population must be put in the center of these interventions, having the goal of establishing a fairer, inclusive, and equitable system, underpinned by the multidimensional understanding of vulnerability to address poverty and multidimensional inequalities (IPCC, 2014; UNDRR, 2017a). On this matter, the existing DRR national strategy complies with and respects all the basic principles and provisions of the Constitution and fundamental laws of the Republic of Cabo Verde, and the Sendai Framework, aligned with international, national, and local initiatives and projects to promote sustainable development, climate resilience, and risk reduction (GoCV/MEA, 2007; GoCV/MAHOT, 2013; PRAIA CITY COUNCIL, 2016a; GoCV, 2017; UNDRR, 2017a).

Table 6. Steps to Strengthen Institutional Capacity for Resilience.

Steps	Work Areas/Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
1	Enforcement of, and compliance with, risk-sensitive building codes and regulations in urban and peri-urban areas.	<p>Ensure that national and local laws and regulations include building codes that set standards for location, design, and construction to minimize disasters.</p> <p>Strengthen the local capacity building of residents to increase public awareness, using motivational and fiscal means to increase compliance.</p> <p>Ensure adequate clarity about the differences in building regulations for critical public and private infrastructures, engineered buildings, and more accessible and straightforward guidelines for smaller non-engineered constructions.</p>	<p>The number of local laws and regulations that include building codes, standards for locations, design, and construction guidelines.</p> <p>The number of actions to strengthen local capacity building.</p> <p>The number of building regulations addressing the specificities of different buildings.</p>	The national and local governments, the national and local civil protection, the private sector, and the civil society.

Table 7. Steps to Understand and Strengthen Societal Capacity for Resilience.

Steps	Work Areas/Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
1	Disaster Risk Reduction is integrated into all levels of formal education at the local level.	<p>Work collaboratively with educational authorities and personnel, private and public institutions, to advocate for and include DRR at all levels of the school curriculum, and in all public and private institutions.</p> <p>Seek the necessary technical support for curriculum development from related institutional agencies.</p> <p>Collect and learn from past experiences, locally and abroad.</p>	<p>The number of school curriculums, at all levels, addressing DRR information and issues.</p> <p>The number of technical support provided for DRR curriculum development and proper re-alignment.</p> <p>The number of lessons learned exercises undertaken and disseminated.</p>	
2	Awareness of the impacts of environmental and climate change, as well as degradation of ecosystems and biodiversity loss, influencing disaster risk and impacts, is raised at the local level.	<p>Recognize and communicate the multiple functions and services that protected ecosystems provided to a city, including protection from natural hazards and mitigation to climate change, to strengthen societal capacity for resilience.</p> <p>Increase public education and sensitization about the negative consequences of human-made climate change and biodiversity loss.</p>	<p>The number of actions to recognize and communicate the function and environmental services to strengthen societal capacity for resilience.</p> <p>The number of educational actions to raise awareness of human-made climate change and biodiversity loss.</p>	The national, regional, and local governments, public and private sectors, public and private health and educational actors, research centers and universities, the national and local civil protection, as well as the civil society.
3	Tabletop exercises and periodic drills are developed at the local level. These exercises are informed by updated local DRR data and information	<p>Carry out tabletop simulation exercises in key sectors (education, health, communications, among others), in which local actors evaluate a community, institution, or agency's capacity and ability to respond and execute one or more parts of an emergency preparedness plan.</p> <p>Conduct exercises on a regular basis to test complex responses and evaluate plans, policies, and procedures.</p> <p>Stimulate the involvement of a wide range of organizations, including fire, law enforcement, emergency management and, when necessary, other agencies such as local public health, public safety, the Red Cross, and related NGOs.</p>	<p>The number of tabletop simulation exercises in key sectors undertaken.</p> <p>The number of weaknesses and resource gaps found in the DRR decision-making and implementation processes, and actions, at the local level.</p> <p>The number of actors involved and the level of engagement in the DRR process at the local level.</p>	

Table 8. Steps to Increase Infrastructure Resilience.

Steps	Work Areas/Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
1	Protect critical infrastructure in urban and peri-urban areas	<p>Assess the risk, vulnerability, and exposure of infrastructures to natural and human-made hazards (if and when relevant).</p> <p>Undertake measures to prevent infrastructure damage and loss.</p> <p>Establish a plan for business continuity to ensure that lifelines and services are quickly restored.</p> <p>Develop special programs to protect historic buildings, landscape, and local cultural heritage.</p>	<p>The number of infrastructures at risk, in a vulnerable situation, and exposed to hazards assessed.</p> <p>The number of measures to prevent infrastructure, historic buildings, landscape, and local cultural heritage sites to be damaged or lost.</p> <p>The existence of an updated plan for business continuity implemented.</p> <p>The existence of special programs to protect the historic city center and buildings, landscapes, and local heritage sites implemented.</p>	The national, regional, and the local governments; The national and local civil protection; the private sector, and the civil society.
2	Develop resilient new infrastructure at the local level	<p>Establish minimum criteria and standards of resilience and safety, as part of the urban and peri-urban design.</p> <p>Promote actions to support and incentivize the private sector to invest, design, and construct new sustainable infrastructure in appropriate locations, and to higher standards of hazard and climate resilience.</p> <p>Create and implement strategies to support private companies, industries, commerce, and government institutions to function effectively during and after emergencies and disasters.</p> <p>Conduct assessments to prioritize maintenance improvements and repair programmes.</p> <p>Conduct assessments to prioritize retrofitting, capacity redesign, demolition, or replacement of damage, lost, or obsolete infrastructure.</p> <p>Implement activities to discourage occupation of building in a state of disrepair or obsolete, to avoid jeopardizing human and environmental safety.</p> <p>Demolish at-risk infrastructure if the infrastructure has no cultural or historical values, and that cannot be repaired.</p>	<p>The existence of minimum criteria, rules, and standards of resilience as part of urban design.</p> <p>The number of investments, valuation, design, and construction of new sustainable infrastructure by the private sector.</p> <p>The number of strategies to support private companies, industries, commerce, and government institutions to function during emergencies created and implemented.</p> <p>The number of assessments concerning repair programs.</p> <p>The number of assessments addressing retrofitting, capacity redesign, demolition, or replacement of damaged, lost, or obsolete infrastructure and buildings.</p> <p>The number of preventive measures addressing damaged, lost, and obsolete infrastructures and buildings.</p> <p>The number of activities implemented to discourage irregular occupation of areas, infrastructures, and buildings.</p> <p>The number of at-risk infrastructures and buildings demolished.</p>	The local government, the private sector, and the civil society.

Functional and technical capacities act as significant factors for disaster risk governance and appear to ensure practical disaster response (UNDRR, 2015a). In this regard, the central Government of Cabo Verde established its National Disaster Risk Reduction framework to enforce a series of national instruments and policies relevant to the implementation of the various elements and dimensions of Disaster Risk Reduction nationwide (Ferreira Costa, 2020).

In this regard, according to the Resolution No. 115/2018, approving the Post Disaster Recovery Framework (QRP), the National Disaster Risk Reduction is interconnected and supported

by other national policies, plans, and national legislation relevant to disaster risk reduction (GoCV, 2018; 2018a; 2019). Moreover, the policy provides a framework for the systematic and cross-cutting integration of disaster risk reduction into national and sectoral policies and plans (UNDP, 2016; 2017; UNDRR, 2015; 2017a; Lassa and Sembiring, 2017; GoCV, 2018; 2018a; Ferreira Costa and Holanda, 2019; Ferreira Costa, 2020). All related to decentralization, development, and local governance, signing the government's commitment to the combination of disaster risk reduction and adaptation to climate change in a coherent way

Table 9. Steps to Ensure Effective Disaster Response.

Steps	Work Areas/ Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
1	City-wide disaster safety initiatives are established.	Remember the anniversary of locally memorable disasters with a "disaster safety day". Establish a memorial in the city, and organize a small exhibition/disaster museum, to preserve the memory of the impact of disasters. Participate in the International Day for Disaster Reduction, celebrated each year on 13th October, and in other related events, such as the World Meteorological Day, World Health Day, World Habitat Day, events commemorating major national disasters.	Establish, by Law, a Disaster Safety Day, in the work calendar of the municipality, on the date of 13th October. Establish and fund a DRR memorial and/or museum.	The local government, and the private and public sectors.
2	Recovery is part of disaster reduction planning and public policies at the local level.	Consider recovery and reconstruction (Build Back Better) as an opportunity for risk reduction and sustainable development. Identify and establish the need for resources as well as it amounts. Plan accordingly to secured resources (human, technical, financial).	The number of actions and mechanisms to ensure green recovery as an integral part of urban and peri-urban sustainable development processes.	The local government.
3	Include the vulnerable populations, as well as the affected populations in the definition of needs and barriers.	Involve all phases of the reconstruction process, please focus on the needs of survivors and affected populations. Promote the participation of these populations in the decision-making processes about the design and execution of actions that guarantee climate-resilient pathways and sustainability. Always consider the concepts of Build Back Better. Ensure that actions and programs include counseling to support prompt economical and productive recovery in the aftermath of an event.	The number of mechanisms including and promoting the needs and barriers perceived by vulnerable and affected populations. The number of activities carried out that enable the local government, the local economy, and the society to return to a better state, based on Build Back Better concepts. The number of counseling centers to help the private sector and citizens to recovery from disaster events.	The local government, the civil protection, and the civil society.
4	The concept of "Build Back Better" is implemented in the urban- and peri-urban development processes at the local level.	Evaluate the local development/strategic plan, applying Disaster Risk Reduction criteria as a cross-cutting measure. Formulate programs and projects as needed, strengthening activities that lead to climate-resilient pathways. Define mechanisms, Laws, and norms to reinforce Institutional and Political Early Recovery Frameworks at the local level. Create and strengthen local capacities -with an emphasis on DRR -developing local knowledge and resources applying historical knowledge. During the recovery process, avoid overlooking the protection of natural resources, biodiversity, and cultural values. Focus your attention on the people and their needs. Pay special attention to transitional shelters, ensuring that they are safe, resilient, and compliant with regulations, taking priority action to avoid them to become permanent slums.	The number of mechanisms applying Disaster Risk reduction criteria as a cross-cutting measure in development/strategic planning. The number of programs and projects formulated to strengthen activities that lead to climate-resilient pathways, and green recovery implementation. The number of mechanisms, Laws, and solid institutional and political early green recovery frameworks at the local level. The number of actions to consider the protection of natural resources and cultural values adequately. The number of mechanisms, incentives, and penalties to ensure that transitional shelters are compliant with regulations, and they DO NOT develop into slums.	The national, regional, and local governments.
5	Resources and alliances that ensure sustainability are strengthened at the local level.	Prepare a response management strategy to initiate sustainable reconstruction processes based on green recovery concepts. Convene national and international cooperation agencies, business, and partners in potential. Create new, and strengthen existing, partnerships and networks to contribute to green recovery and sustainable reconstruction efforts, looking at ways to create new capacities and take advantage of technical and scientific innovation to reduce future risk and increase resilience, focusing on the establishment of climate-resilient development pathways.	The number of resources e management strategies to initiate green recovery and sustainable reconstruction processes. The number of actions to convene communities in coastal cities and low-lying areas, in the country and in other SIDS, international and national cooperation agencies, NGOs, interested actors, business and other potential partners, around DRR and green recovery concepts driven by climate-resilient development pathways. The number of mechanisms to strengthen existing partnerships and networks, and new ones created to contributed to green recovery, sustainable reconstruction, and better preparedness in SIDS.	The national, regional, and local governments and institutions; the national and local civil protection; Research institutions and Universities (local, national, and international); The private sector, commerce, industry; The civil society, communities in low-lying areas; International and national cooperation agencies; NGOs, interested actors, business, and other potential partners.

in national, sectoral, and local development plans and policies (PDM, 2016; UNDRR, 2017), as adaptation gaps, behavioral barriers, and market failures, hold back effective adaptation requiring coherent policy intervention (Fankhauser, 2017). They concretize the planning integration in instruments such as the Strategic Development Plan for Sustainable Development (PEDS, for its acronym in Portuguese). It lays the foundations for an efficient cross-sectoral and sectoral legal framework for disaster risk reduction to be promoted by critical sectors and partners and promulgated by the Parliament to provide the necessary authority for its implementation (GoCV, 2017; 2018; 2019; UNDRR, 2019a).

3.4.2. Expediting Recovery and Building Back Better – Action 10

A national coordination mechanism for various public agencies and support of the international community and the private sector, mandatory in sectors such as agriculture, water resources, and health is necessary for municipalities in Cabo Verde to expedite recovery and build back better in its coastal areas (Table 10). In this regard, the International Community has been the principal player in recovery processes by funding and supporting the progress and implementation of pre- and

post-disaster events frameworks. Moreover, it plays an essential role in developing local capacities to manage, technically and, financially help the country (UNDP, 2017). However, the questions we approach here should not be read as a critique or endorsement of the one-best-way model that seems to persist in development or the idea that international organizations are shaping the government solutions in place (Andrews, 2013). Nevertheless, we certainly add substance to existing studies, giving an evidentiary basis to support those who have raised critiques and fuel the discussion of whether international organizations are over-reaching their mandates providing some leeway for responding to pressures, and for managing shared resources driving a collaborative convergence of processes for DRR and CCA through policies, plans, strategies, and programs (GoCV, 2018; 2019; Mall et al., 2019). It is highly regarded as effective in promoting the reduction of losses and mitigation of risks from natural hazards and climate extremes requiring integrated actions at different levels of governance (Lassa and Sembiring, 2017), as adaptation varies according to the system in which they occur (Smit et al., 2018).

Table 10. Steps to Expedite Recovery and Build Back Better in Coastal Cities.

Steps	Work Areas/Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
1	The upgrade of informal urban and peri-urban settlements and the promotion of safe construction of non-engineered buildings and structures strengthened.	<p>Establish a participatory mechanism to identify and reduce risks city-wide, especially in vulnerable settlements.</p> <p>Increase the number of needs assessments and the identification of barriers to change, regarding building practices.</p> <p>Relocation of informal settlements to safer locations and conditions –based on negotiated and agreed-upon participatory decision schemes -, while improving the quality of life, addressing livelihoods needs and patterns, and seeking innovative ways to finance improved services on the new locations.</p> <p>Promote resilient design, safer construction and strengthening of non-engineered buildings and structures, using low-cost techniques, and locally available materials, resources, and solutions.</p> <p>Share know-how built through public campaigns and demonstrations of safer construction techniques.</p>	<p>The number of participatory mechanisms to reduce risks in vulnerable areas in place.</p> <p>The number of needs assessments and barriers identified to support behavioral change regarding building practices.</p> <p>The number of informal communities relocated to safer areas (high-risk/high-price/high-reward).</p> <p>The number and functionality of innovative financial mechanisms based on improved public services in place.</p> <p>The number and functionality of available low-cost techniques to support resilient design and safer construction.</p> <p>The number of workshops and activities to know-how sharing in public campaigns.</p>	The local government, private and public institutions (including educational sectors); the local civil protection; the civil society;
2	Build local capacities and strengthen public participation in urban and peri-urban planning and land-use;	<p>Build the technical capacity and competence of local enforcement officials, builders, tradesmen/tradeswomen, and practicing professionals to promote compliance with DRR, environmental plans, norms, regulations, land zoning, building codes, and green recovery efforts to promote/develop innovative plans, technologies, and structures at the local level.</p> <p>Build local citizen awareness to monitor and report unsafe building practices and constructions to improve compliance and safety.</p> <p>Create a special technical task force to conduct independent periodic DRR inspections city-wide.</p>	<p>The number of training, workshops, and capacity building activities to promote compliance with DRR and environmental laws, regulations, norms, land zoning, and building codes.</p> <p>The number of training, workshops, and capacity building activities to raise citizen awareness, monitoring, and reporting of unsafe building practices.</p> <p>Creation of a DRR task force for periodic inspection.</p>	The local government, private and public educational institutions; the local civil protection;
3	Raise public awareness at the local level.	<p>Promote and conduct public awareness campaigns on citizen safety and DRR, with messages on local hazards and risks, and the steps the local government is taking to tackle and manage these factors, including the actions to respond to the potential effects of climate change, and green recovery processes.</p> <p>Encourage local citizen groups, schools, the mass media, and the private sector to join/support Global campaigns spreading DRR awareness and related messages.</p>	<p>The number of public awareness campaigns on citizen safety and DRR.</p> <p>The number of local citizens groups supporting Global campaigns at the local level.</p>	The local government, private and public educational institutions; the local civil protection;

Table 10. Steps to Expedite Recovery and Build Back Better in Coastal Cities (continuation).

Steps	Work Areas/Objectives	Actions	Indicators	Institutional Arrangements (Governance)
4	Develop Risk Reduction training and capacity building at the local level.	Establish sustained and permanent training programs for critical local government and institutions personnel, in partnership with communities and a variety of actors from the social and economic sectors. Work with local resources such as NGOs, research centers, Universities, and communities. Focus on training priority target groups such as municipal emergency personnel (staff, management, and authorities).	The number of permanent training programs on DRR, in partnership with communities established. The number of partnerships with NGOs, research center, Universities, and communities established. The number of training activities undertaken focusing on target groups. The number of tailored short courses and other trainings addressing and distributing the Global Campaign Handbook and locally created DRR guidance material.	The national and local government; the national and local civil protection; and the civil society.
5	Strengthen and improve preparedness and prevention at the local level.	Establish institutional and legislative mechanisms to ensure that emergency and preparedness actions mainstream DRR and Climate Adaptation policy into planning and decision-making at the local level. Prepare, review, and enhance city-wide inter-agency institutional preparedness and response plans, using credible scenarios. Integrate the results of local-level risk analysis into the design of communications and disaster preparedness strategies. Ensure that the local level preparedness plan has effective systems for the delivery of immediate relief and survivor support in partnership with pre-identified local citizen's organizations.	The number of institutional and legislative mechanisms to ensure that DRR/CCA are mainstreamed into planning and decision-making processes. Creation and implementation of a city-wide inter-agency institutional preparedness response plan. The number of plans and norms integrating the results of local-level risk analysis into the design of communication and disaster preparedness strategies, allowing immediate delivering of relief and survivor support. The number of partnerships with pre-identified citizen organizations established.	The national and local governments; The international community.
6	An accessible multi-hazard Early Warning System is finally created and operative at the local level.	Establish an Early Warning System (EWS) and a Disaster Communication System (DCS) that include protective measures and clear evacuation orientation, as part of the preparedness plan. Strengthen local capacity to avoid, or reduce, dependence on external resources and to encourage participation, and local knowledge creation and sharing. Clearly define roles and institutional decision-making and implementation responsibilities for updating risk information and initiate EWS and DCS. Simulate contingency plans to test the effectiveness of proposed responses and public information and education on the reduction of risk exposure.	Creation of an Early Warning System (EWS) and Disaster Communication System (DCS). The number of mechanisms to strengthen local capacity to avoid, or reduce, dependence on external resources, and to encourage population's engagement in place. The number of established mechanisms that clearly define roles and institutional decision-making responsibility for updating risk information and the initialization of EWS and DCS. The number of contingency simulations undertaken every year –at least one (1) for each key sector/institution.	The national government, the local government; The national and local civil protection; the International community;
7	Local capacity to plan for green recovery before a disaster strikes is reinforced at the local level.	Before a disaster event, tackle the challenges of planning and implementing a successful post-disaster recovery, aimed at green recovery, in collaboration with the general public, experts, as well other actors. Build consensus on green recovery goals and strategies, based on critical and updated information to support sustainable recovery efforts aligned to Human Rights and protection of the environment. Define roles and responsibilities, while develop the necessary capacity to manage green recovery implementation efficiently at the local level.	Creation and implementation of a post-disaster framework, considering green recovery, in close collaboration with different actors at the local level. The number of actions and mechanisms to build consensus on green recovery goals and strategies. The number of actions and mechanisms to gather updated and reliable information to support green recovery decisions as well as actions. The number of actions and mechanisms to define new roles and new responsibilities based on new developments at the local level.	The national government, the local government; The national and local civil protection; the International community;

4. DISCUSSION

4.1. Origin and Principles

This roadmap had its origin in the idea that national policy development does not always result in local implementation or policy (Keskitalo *et al.*, 2013). Besides, it addresses environmental issues such as Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction, and it is based on the need to address knowledge gaps in the newly born Cabo Verde's DRM framework (GoCV, 2017; 2018; 2019). It seeks to capture and present sound local DRR pilot practices, following the UNDRR's Ten Essentials for Making

Cities Resilient. The roadmap developed previously seeks, then, to unite, define, plan, inform implementation, and facilitate the monitoring and controlling of public interventions in the field of Disaster Risk Management. Commonly, urban planners seeking to enhance resilience contend with the complexity of interdependent systems. Nonetheless, they usually face severe gaps in data and information. In this context, resilience-building requires new decision-support tools that reinforce local government capacity, attract additional investment, commit to longer-term processes of legislative reform, producing cooperation between communities, local and national governments, and; work across influence dynamics (Spaliviero *et al.*, 2020; Govindarajulu, 2020).

The roadmap advances institutional mechanisms for further implementation of a series of studies to identify and understand physical risks, socioeconomic vulnerability, and exposure at the local level, paying considerable attention to publicly available data sets relevant to assess adaptation and resilience measures. In this regard, a pilot program funded by the Governments of Japan and Luxembourg and UNDP was crucial to address the need for a better understanding of risks and vulnerabilities at the local level (UNDP, 2016; 2017). The roadmap allows the design, development, and implementation of a well-informed and comprehensive DRR planning process, around a negotiable and consensus-building set of policies, well-defined objectives, feasible and realistic risk management projects to support adaptation under the next ten years national development strategy time-frame (UNDRR, 2017a; 2019a). Nonetheless, the implementation of such framework, taking into consideration, territorial development plans, management plans and infrastructure development in coastal cities community turns out to be an intricate task considering the mix of social, socio-economic-natural, and technological risks and their territorial and populational characteristics adversely affected by a changing world (Boulos, 2016; Satta *et al.*, 2017; Valenzuela *et al.*, 2020; Arshad *et al.*, 2020). In this regard, the management scenario defined in the roadmap, in the context of Small Island Developing States (SIDS) addresses the unit of analysis and intervention of a network of international, national, and local actors under conventional and unsustainable processes of occupation and transformation of the territory and population growing (territorial scenario), in close correlation with unsafe land-use change, as critical factors in the understating and reduction of natural disaster risk in the city of Praia. In each reality, human populations have characteristic natural forms, dynamics, and representations of occupation of the territory (Kusumasari and Alam, 2012; WB, 2011; Ferreira Costa and Sá Freira, 2014; Ferreira Costa and Holanda, 2019). Therefore, the differentiated definition and application of public risk management policies are constrained by context-dependent scenarios. In response to such specificity, seeking to influence each one's crucial variables is based on the existing social capital and the associated processes (territorial and socioeconomic) (Medina Do Nascimento, 2009). Moreover, the roadmap aligns with the management efforts described by Ramirez *et al.* (2005), which pays considerable attention to government choices, the environmental and socioeconomic vulnerabilities, and impacts and effects of disasters. In this regard, the conceptual and methodological subdivision facilitates the identification of organizational and administrative application of public risk management strategies

and policies to the extent that it explains the chain of generation, accumulation, impact, and risk control within specific contexts, taking into consideration variables that explain the scenario management roadmap in coastal municipalities.

4.2. Recommendations

The proposed Disaster Risk Management planning roadmap encompasses a framework of standards, conventions, processes, terminologies, and guidelines that are admitted as DRR best practices. The paper expects to transcend its conceptual scope by offering instrumental aspects to facilitate the application of DRR best practices in coastal cities and low-lying areas, especially in SIDS. It advocates for the design of adaptative processes understood according to local initiatives, to foresee a possible expression of the growing engagement of different actors in the control and monitoring of risks and vulnerabilities in these areas. To define, plan, implement, coordinate, and control public management for disaster risk management in complex environments, the risk management planning roadmap seeks to facilitate the targeting, identification, and prioritization of public disaster risk management policies in the specific reality of coastal cities.

5. CONCLUSIONS

This paper contributes to the growing knowledge of the institutional framework's role in the facilitation of local adaptation, and design-thinking of urban-development planning processes in coastal cities and low-lying areas. The DRR Roadmap for Coastal Cities described above can be understood as a conceptual tool that facilitates the representation of complex relations of authority, capabilities, and control of resources. Every action identified, along with its indicators and correlated institutional arrangements – agreeing to each of the Ten Essentials - is described as accurately as possible to inform and correlate to ongoing policy developments. It contains and gives form to the overall processes of Disaster Risk Reduction planning that can happen in any urban coastal system and anthropized low-lying areas.

ACKNOWLEDGMENTS

Special thanks to the Environment, Energy, and Disaster Prevention Unit of the United Nations Joint-Office of UNFPA, UNICEF, UNDP in Cabo Verde, and the United Nations Office for

Disaster Risk Reduction (UNDRR). The views in this paper are the author's views and do not necessarily reflect the views or policies of National and Local governments in Cabo Verde, the United Nations in Cabo Verde or abroad, its Board of Directors, or the Governments they represent. Furthermore, we would like to thank the reviewers for their thoughtful comments and efforts towards improving the paper to the present level.

REFERENCES

- ACP-EU NDRR (2019-2020) - *Cabo Verde: Integrating Disaster Risk and Climate Change Considerations into School Infrastructure Investments*. ACP-EUNaturalDisasterRiskReductionProgram/GlobalFacilityforDisaster Reduction and Recovery (GFDRR)/The World Bank. Available online at: <https://www.gfdrr.org/en/cabo-verde-integrating-disaster-risk-and-climate-change-considerations-school-infrastructure>. Accessed on January 20, 2020.
- Ajibade, I. (2017) - Can a Future City Enhance Urban Resilience and Sustainability? A Political Ecology Analysis of Eki Atlantic City, Nigeria. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 26. pp. 85-92. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.09.029>. Accessed on May 07, 2020.
- Andrews, M. (2013) - Do International Organizations Really Shape Government Solutions in Developing Countries? Center for International Development. Harvard Kennedy School. CID Working Paper No. 264. 25p. Available at: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2366944>. Accessed on August 21, 2020.
- Arshad, A.; Ashraf, M.; Sundari, RS; Qamar, H.; Wajid, M.; Hasan, M. (2020) - Vulnerability Assessment of Urban Expansion and Modelling Green Spaces to Build Heat Wave Risk Resiliency in Karachi. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Vol 46. pp. 1010468. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101468>. Accessed on May 07, 2020.
- Boulos, J. (2016) - Sustainable Development of Coastal Cities: Proposal of a Modelling Framework to Achieve Sustainable City-Port Connectivity. *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, Vol. 216. pp. 974-985. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.094>. Accessed on May 07, 2020.
- Chen, L.; Liu, Y.; Chan, K. (2006) - Integrated Community-Based Disaster Management Program in Taiwan: A Case Study of Shang-An Village. 37:209-223. *Natural Hazards*, 37, 209-223. Available online at: <https://doi.org/10.1007/s11069-005-4669-5>. Accessed on January 29, 2020.
- Elsharouny, MRMM (2016) - Planning Coastal Areas and Waterfronts for Adaptation to Climate Change in Developing Countries. *Procedia Environmental Sciences*, Vol 34. pp. 348-359. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.031>. Accessed on May 07, 2020.
- Fankhauser, S., (2017) - Adaptation to Climate Change. Annual Review of Resource Economics, 9(1), 209-230. Available at <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-033554>. Accessed on August 21, 2020.
- Ferreira Costa, C.G. (2020) - Understanding and Reducing Climate Risks: The Impact of Innovative Policies for Sustainable Drought Response in Cabo Verde. *Estudios Geográficos*, Vol. 81. Issue: 288. Enero-Junio 2020. e033. Available at: <https://doi.org/10.3989/estgeogr.202048.028> Accessed on May 07, 2020.
- Ferreira Costa, C.G.; Holanda, A.K.C. (2019) - Governança Ambiental e Inovação na Gestão de Secas: A Convivência com o Semiárido em um Ambiente em Mudança. pp. 11-29. In: *Educação Ambiental: Olhares e Saberes* (Livro). Ed.: Matos, F.O.; Ribeiro, G.O.; Vasconcelos, F.J.M. UFC-Virtual. Pontes Editores. Campinas, SP. Available at: https://www.researchgate.net/publication/335128834_Livro_-_Educacao_Ambiental_olhares_e_saberes. Accessed on May 07, 2020.
- Ferreira Costa, C.G.; Sá Freire, G.S. (2014) - As Inter-Relações entre o Homem e o Ambiente: Caracterização Socioambiental de Timor-Leste. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, (3)1, 266-294. Available at: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v3e12014266-294>. Accessed on May 05, 2020.
- Ferreira Costa, C.G. (2013) - Estudo da Ecologia da Paisagem no Estuário do Rio Jaguaribe no Litoral do Ceará (Brasil), Numa perspectiva Geoambiental, *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*. Vol. 7. No. 2. Available at: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/2068/1826>. Accessed on May 07, 2020.
- Gencer E.A. (2013) - Natural Disasters, Urban Vulnerability, and Risk Management: A Theoretical Overview. Chapter 2, in Gencer, E.A. *The Interplay between Urban Development, Vulnerability, and Risk Management: a Case Study of the Istanbul Metropolitan Area*. XIII, 111p. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-642-29470-9_2. Accessed on March 24, 2019.
- GFDRR (2017) - *Focus Day on Post Disaster Response and Recovery Frameworks*. ACP-EU: Natural Disaster Risk Reduction Program. Global Facility for Disaster Risk Reduction. ACP House - Brussels, June 09, 2017. Available online at: <https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/CABO%20VERDE%20-%20ACP-EU%20NDRR%20Focus%20Day%20presentation%20-%209%20June%202017.pdf>. Accessed on January 22, 2020.
- GoCV, (2019) - *Cabo Verde's Strategic Plan for Sustainable Development -PEDS*. Resolution No. 13/2019. 13p. Available at: <http://tda-mobility.org/wp-content/uploads/2019/04/Cabo-Verde-Electric-Mobility-Policy-Chapter.pdf>. Accessed on August 21, 2020.
- GoCV (2018) - *The Post Disaster Recovery Framework - QPR*. Boletim Official, I Série, No. 66. 42p. Available at: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/cvi183018.pdf>. Accessed on August 21, 2020.
- GoCV (2018a) - *Cabo Verde: The Mid-Atlantic Gateway to the World's Economy*. TECHUB CV Sector. 28p. Available at:

- <https://peds.gov.cv/caboverdef4dev/wp-content/uploads/2018/12/TECHUB-CV-Sector-web.pdf>. Accessed on August 21, 2020.
- GoCV (2017) - *Quadro de Recuperação Pós-Desastre - Cabo Verde*. Government of Cabo Verde. 89p. June 2017. Accessed on January 22, 2020.
- GoCV/MAHOT (2013) - *Systematic Inventory Evaluation for Risk Assessment (SIERA)*. Republic of Cabo Verde/Ministry of Environment, Housing, and Territory, Final Report. December 2013. Available online at: https://www.preventionweb.net/files/Relatorio%20SIERA_Cabo%20Verde.pdf. Accessed on January 25, 2020. Accessed on January 22, 2020.
- GoCV/MEA (2007) - *National Adaptation Programs of Action on Climate Change (NAPA-Cabo Verde)*. The Republic of Cabo Verde. Ministry of Environment and Agriculture. National Meteorology and Geophysics Institute. 40p. Accessed on January 22, 2020.
- Govindarajulu, D. (2020) - Strengthening Institutional and Financial Mechanisms for Building Resilience in India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 47. 101549. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101549>. Accessed on May 07, 2020.
- Keskitalo, E.C.H., Juhola, S., Westerhoff, L. (2013) - Connecting Multiple LevelsofGovernanceforAdaptationtoClimateChangeinAdvancedIndustrial States. Chapter 4, 20p. In: Edelenbos, J., Bressers, N., Scholten, P. (Eds.), Connective capacities in water governance. Ashgate, London. Available at: <https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781315547626/chapter/10.4324/9781315547626-4>. Accessed on August 21, 2020.
- IPCC (2014) - *Summary for policymakers*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, CB, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, pp. 1-32.
- Kusumasari, B.; Alam, Q. (2012) - Bridging the Gaps: The Role of Local Government Capability and the Management of a Natural Disaster in Bantul, Indonesia. *Natural Hazards*, 60(2), 761-779. Available online at: <https://doi.org/10.1007/s11069-011-0016-1>. Accessed on January 29, 2020.
- Lassa, J.; Sembiring, M. (2017) - Towards Policy Integration of Disaster Risk, Climate Adaptation, and Development in ASEAN: A Baseline Assessment. RSIS. NTS Insight. No. IN17-01. 18p. Available online at: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/NTS-insight-Jan2017-Towards-DRR-CCA.pdf>. Accessed on January 18, 2020.
- Lopes, A.; Correia, E.; Nascimento, J.M.; Canário, P. (2014) - Urban Bioclimate and Comfort Assessment in the African City of Praia (Cabo Verde). *Finisterra - Revista Portuguesa de Geografia*, (98), 33-48. Available on-line at: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0430-50272014000200004&lng=pt&tlang=en. Accessed on January 25, 2020.
- Mall, R.K.; Srivastava, R.K.; Banerjee, T.; Mishra, O.P.; Bhatt, D.; Sonkar, G. (2019) - Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation Over South Asia: Challenges and Ways Forward. *International Journal of Disaster Risk Science*, Vol. 10, pp. 14-27. Available online at: <https://doi.org/10.1007/s13753-018-0210-9>. Accessed on January 05, 2020.
- Medina Do Nascimento, J. (2009) - As Relações Entre o Crescimento Urbano e os Sistemas de Gestão e de Planificação da Cidade da Praia em Cabo Verde. 26p. In: 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde; e, 2º Congresso Lusofo de Ciência Regional. PDr - Redes e Desenvolvimento Regional. Praia. Available on-line at: <http://www.apdr.pt/congresso/2009/pdf/Sess%C3%A3o%2012/230A.pdf>. Accessed on January 25, 2020.
- Medina Do Nascimento, J. (2010) - O Crescimento Urbano e os Sistemas de Gestão e de Planificação na Cidade da Praia, em Cabo Verde: Proposta de uma Nova Abordagem na Intervenção Urbanística. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, 24. 107-123. Available on-line at: <https://www.redalyc.org/pdf/5143/514351894007.pdf>. Accessed on January 25, 2020.
- MIOTH (2016) - *Ordinance No. 35/2016. Ratifies the Land Use Master Plan of Praia*. Official Bulletin I. Series, No. 56, of October 04, 2016. Ministry of Infrastructure, Spatial Planning, and Housing. Available online at: <https://kiosk.incv.cv/V/2016/10/4/1.1.56.2245/p1898>. Accessed on January 27, 2020.
- Monteiro, S.; Veiga, E.; Fernandes, E.; Fernandes, H.; Rodrigues, J.; Cunha, L. (2012) - Spontaneous Urban Growth and Natural Risks in Praia (Cabo Verde). *Cadernos de Geografia*. 30/31. Coimbra, FLUC. 117-130. Available online at: https://impactum-journals.uc.pt/cadernosgeografia/article/view/31_12. Accessed on January 27, 2020.
- OECD/UCLG (2016) - *Cabo Verde Unitary Country. Basic Socioeconomic Indicators*. Africa. Organization of Economic Cooperation for Development/United Cities and Local Governments. October 2016. 2p. Available online at: <https://www.oecd.org/regional/regional-policy/profile-Cape-Verde.pdf>. Accessed on January 25, 2020.
- PDM (2016) - *Plano Director Municipal (PDM) - Praia, Cabo Verde*. Municipality of Praia. Available online at: <https://sites.google.com/site/praiapdm/Home>. Accessed on January 27, 2020.
- Pérez-Hernández, E.; Ferrer-Valero, N.; Hernández-Calvento, L. (2020) - Lost and Preserved Coastal Landforms After Urban Growth: The Case of las Palmas de Gran Canaria City (Canary Islands, Spain). *Journal of Coastal Conservation*, Vol. 24. No. 26. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11852-020-00743-x>. Accessed on May 07, 2020.

- Prabhakar, S.; Srinivasan, A.; Shaw, R. (2008) - Climate Change and Local Level Disaster Risk Reduction Planning: Need, Opportunities, and Challenges. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14(1), 7-33. Available online at: <https://doi.org/10.1007/s11027-008-9147-4>. Accessed on January 29, 2020.
- PRAIA CITY COUNCIL (2016) - *Plan and Regulation Proposals Report. Final Project (V4-November 2016)*. Ratification. Praia City Council. Santiago Island – Cabo Verde. 220p. Available online at: <https://drive.google.com/drive/folders/1M4jRCn5cogSj4rrcWoKsR27eaOoJKfr5>. Accessed on January 27, 2020.
- PRAIA CITY COUNCIL (2016a) - *Characterization and Diagnosis Report. Vol. I. Municipal Master Plan. Final Project (V4-November 2016)*. Ratification. Praia City Council. Santiago Island – Cabo Verde. 401p. Available on-line at: <https://drive.google.com/drive/folders/1M4jRCn5cogSj4rrcWoKsR27eaOoJKfr5>. Accessed on January 27, 2020.
- QGIS (2020). QGIS Software, Version 3.3.4-Madeira. Elaboration of Maps. Coordinates System: Geographic (GCS). DATUM: 4326-WGS 84. Shapefiles: GADM/ESRI/GOOGLE. Available at: <http://www.maplibrary.org/library/index.htm>, and Available at: https://gadm.org/download_country_v3.html, and Available at: https://www.qgis.org/pt_BR/site/. Accessed on January 25, 2020.
- Ramirez, F.; Ghesquiere, F.; Costa, C. (2005) - Um Modelo para la Planificación de la Gestión del Riesgo de Desastres en Grandes Ciudades. *CEPED-UFSC*. 23p. Available on-line at: http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/un_modelo_para_la_planificacion_de_la_gestion_del_riesgo_de_desastre_em_grandes_ciudades.pdf. Accessed on January 02, 2020.
- Satta, A.; Puddu, M.; Venturini, S.; Giupponi, C. (2017) - Assessment of Coastal Risks to Climate Change Related Impacts at the Regional Scale: The Case of the Mediterranean Region. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol 24. pp. 284-296. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.06.018>. Accessed on May 07, 2020.
- Smit, B., Pilifosova, O., Burton, I., Challenger, B., Hug, S., Kleim, R.J.T., Yohe, G., Adger, N., Dowing, T., Harvey, E., Kane, S., Parry, M., Skinner, M., Smith, J., Wandel, J., Pateardhan, A., Soussana, J.F. (2018) - Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity. Available at: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/wg2TARchap18.pdf>. Accessed on August 21, 2020.
- Spalvieri, M.; Pelling, M.; Lopes, LF.; Tomaselli, C.; Rochell, K.; Guambe, M. (2020) - Resilience Planning Under Information Scarcity in Fast-Growing African Cities and Towns: The City CityRAP Approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 44. pp. 1010419. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.1010419>. Accessed on May 07, 2020.
- UNDP (2017) - International Recovery Platform ID 48055 – Project Preparedness for Recovery in Africa. Cabo Verde Country Narrative Final Report. Reporting Period: February 2015 to September 2017. United Nations Development Program/Directorate for Development, Cooperation, and Humanitarian Affairs of Luxembourg/Government of Japan. 17p. Accessed on January 22, 2020.
- UNDP (2016) - *Preparedness for Resilient Recovery Project*. Angola, Burkina Faso, Cabo Verde, Niger, and Rwanda. Progress Report. October 2015-June 2016. 25p. Available online at: https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/H10/UNDP%20Project%20Report_Japan_Preparedness%20for%20Recovery_June%20Final.pdf. Accessed on January 20, 2020.
- UNDRR (2019) - *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Geneva, Switzerland, the United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). 472p. Available online at: https://gar.unisdr.org/sites/default/files/reports/2019-05/full_gar_report.pdf. Accessed on January 28, 2020.
- UNDRR (2019a) - *Cabo Verde Government DRR Policies and Strategies*. Platform. Available online at: <https://www.preventionweb.net/organizations/3866>. Accessed on January 22, 2020.
- UNDRR (2017) - *Cabo Verde - Government. Organizations*. PreventionWeb. Available online at <https://www.preventionweb.net/organizations/3866/view>. Accessed on January 15, 2020.
- UNDRR (2017a) - *Praia's Disaster Risk Reduction Plan: Local Disaster Risk Reduction Plan*. West Africa. SIDS. Praia, Cabo Verde. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. Resilience Action Planning: Implementing the Sendai Framework at the Local Level. [Ferreira Costa, C.G.] 22p. Available online at: <https://www.slideshare.net/CarlosGermanoFerreir/praias-disaster-risk-reduction-plan-unisdr>. Accessed on March 03, 2019.
- UNDRR (2015) - *Poorly Planned and Managed Urban Development. Risk Driver*. PreventionWeb. Available online at: <https://www.preventionweb.net/risk/poorly-planned-managed-urban-development>. Accessed on March 24, 2019.
- UNDRR (2015a) - *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. 37p. Available online at: https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf. Accessed on January 01, 2020.
- UNDRR (2012) - *How to Make Cities More Resilient: A Handbook for Mayors and Local Government Leaders*. Geneva, Switzerland: United Nations Office for Disaster Risk Reduction. 100p. Available online at: https://www.unisdr.org/files/26462_handbookfinalonlineversion.pdf. Accessed on January 20, 2020.
- UN-HABITAT (2017) - *UN-Habitat to Partner with Cabo Verde for Sustainable Communities*. Praia, January 27, 2017. World Urban Campaign. Available online at: <https://unhabitat.org/un-habitat-to-partner-with-cape-verde-for-sustainable-communities>. Accessed on January 27, 2020.
- UN-HABITAT (2015) - *Urbanization and Climate Change in Small Island Developing States*. United Nations Human Settlements Programme.

- Urban Planning & Design Branch, Climate Change Planning Unit. Nairobi, Kenya. 52p. Available online at: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2169\(UN-Habitat,%202015\)%20IDS_Urbanization.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2169(UN-Habitat,%202015)%20IDS_Urbanization.pdf). Accessed on March 24, 2019.
- Valenzuela, V.P.B.; Esteban, M.; Tgaki, H.; Thao, N.D.; Onuki, M. (2020) - Disaster Awareness in Three Low-Risk Coastal Communities in Puerto Princesa City, Palawan, Philippines. International Journal of Disaster Risk Reduction. Vol. 46. pp. 101508. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101508>. Accessed on May 07, 2020.
- WB (2019) - *World Development Indicators: Cabo Verde*. Databank. The World Bank. Available at: <https://databank.worldbank.org>. Accessed on August 19, 2019.
- WB (2018) - *The Republic of Cabo Verde. Adjusting the Development Model to Revive Growth and Strengthen Social Inclusion*. Systematic Country Diagnostic - SCD. 109p. Available online at: <http://documents.worldbank.org/curated/en/875821538129394201/pdf/130289-REVISED-SCD-P159323-PUBLIC.pdf>. Accessed on January 25, 2020.
- WB (2018a) - *Cabo Verde Disaster Risk Management Development Policy Financing with Cat-DDO*. Projects and Operations. The World Bank. 2018. Available online at: <http://projects.worldbank.org/P160628?lang=pt>. Accessed on January 22, 2020.
- WB (2011) - *North African Coastal Cities: Address Natural Disasters and Climate Change*. World Bank/Marseille Center for Mediterranean Integration. Summary of the Regional Study. Available at: <https://www.uncclearn.org/sites/default/files/inventory/wb91.pdf>. Accessed on May 07, 2020.

SUPPLEMENTARY INFORMATION (SI)

SI-I_Text A. Administrative Characterization of the Study Area

Decentralization has been set in the country since 1991 –laws on local governments and local elections and strengthened with the constitutional amendment of 1999. Municipalities are enshrined within the Constitution, as well as deconcentrated State entities (concelhos) sub-municipal entities (“freguesias”), which match to administrative subdivisions of municipal territories. The country is subdivided into 32 “freguesias” according to the Constitution of 1992 (art. 230 and 232).

SI-II_Tex B. Local Level Responsibilities According to Specific Legislation

According to the “Estatuto dos Municípios” (Law 134/IV, 1995), municipal responsibilities include functions closer to the population: municipal planning, sanitation, healthcare, housing, education, road transportation, culture, sports, tourism, municipal police, rural development, among others.

SI-III_Text C. Reference to Official Documentation

Official Bulletin I. Series, No. 56, of October 04, 2016 (MIHOT, 2016).

SI-IV_Text D. Praia's Land Use Master Plan Reference

Despite the history of the beginning of the Land Use Master Plan of Praia (PDMPR, in Portuguese) elaboration process going back to 1994, the document is governed by the application a much later legislation, more specifically under the “hat” LBOTPU (amended by DL No. 6/2010) and RNOTPU (Decree-Law No. 43/2010).

SI-V_Text E. The Application of the UNDRR Ten Essentials (2012)

The Essentials application serves as an enabling tool to establish a baseline measurement regarding the current level of disaster preparedness at the local level, considered accordingly to each Essential. It guides the research to identify priorities for investment and action and track national and local progress in improving disaster resilience. It informs towards optimal resilience and challenges complacency, recalling authorities, and stakeholders that more must be continuously done to guarantee enduring resilience.

ABBREVIATIONS

ACP-EU NDRR -Natural Disaster Risk Reduction Program
CBA – Cost-Benefit Analysis
CBDRM –Community-Based Disaster Risk Management
CCA – Climate Change Adaptation
CEA – Cost-Effectiveness Analysis
DRM – Disaster Risk Management
DRP – Disaster Risk Prevention
DRR –Disaster Risk Reduction
DURA –Detailed Urban Risk Assessments
ENRRD –National Disaster Risk Reduction Strategy
GFDRR –Global Facility for Disaster Reduction and Recovery
GNI – Gross National Income
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change
LBOTPU – Basic Law of Spatial Planning and Urban Planning
NDS – National Development Strategy
PDM –Municipal Master Plan
PDNA – Post-Disaster Needs Assessment
PEDS – Strategic Development Plan for Sustainable Development
SIDS – Small Island Development State
UDRR –Urban Disaster Risk Reduction
UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction
UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change
URA – Urban Risk Assessments

PROJETO DE MONITORAMENTO DE PRAIAS (PMP): POTENCIALIDADES E LIMITES PARA A CONSERVAÇÃO COSTEIRA E MARINHA

Renata Balsamo Dias^{® 1}, Andrea Rabinovici², Daniela Ferro de Godoy³

RESUMO: Entre os programas ambientais provenientes do licenciamento ambiental que são implantados nas regiões potencialmente impactadas pela atividade petrolífera está o Projeto de Monitoramento de Praias (PMP). O seu objetivo é avaliar os possíveis impactos causados pela exploração, produção e escoamento de petróleo e gás nos tetrápodos marinhos (aves, tartarugas e mamíferos), através do monitoramento dos encalhes, resgate e reabilitação desses animais. O objetivo deste artigo é analisar o Projeto de Monitoramento de Praias como auxílio para a gestão e conservação costeira e marinha. Para isso, a pesquisa baseou-se em dois estudos de caso: o Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Campos e Espírito Santo (PMP BC-ES) e o Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos Fase 1 (PMP-BS Fase 1), os quais são mantidos devido às atividades da PETROBRAS. Foram realizadas as seguintes atividades: estudo de caso, pesquisa documental e entrevistas semiestruturadas. Os resultados obtidos relacionam-se à sistematização das contribuições no conhecimento sobre o ambiente costeiro e marinho gerados pelos dados dos PMPs e a sistematização dos impactos das atividades humanas nesse ambiente. Verificaram-se contribuições diretas e indiretas do uso dos dados do PMP no planejamento e gestão de Unidades de Conservação (UCs), assim como o envolvimento do PMP em casos de emergência. Contudo, devem ser sanadas questões relacionadas com as falhas no acesso aos dados e incentivada a participação da sociedade no planejamento e execução dos PMPs, assim como dos diferentes atores envolvidos na gestão dessas áreas.

Palavras-chave: Licenciamento Ambiental, Unidades de Conservação, Gestão Costeira.

ABSTRACT: *The Beach Monitoring Program (BMP) is one among many different programs arising from environmental licensing, that are implemented in regions potentially impacted by oil activity. This kind of program aims to evaluate the possible impacts caused by the exploitation, production and disposal of oil and gas in tetrapods (birds, turtles and mammals), by monitoring cases of stranding, rescuing and rehabilitation. The purpose of this research is to analyze the Beach Monitoring Program as an aid to coastal and marine management and conservation. Therefore, the research was based on two case studies: the Beach Monitoring Program of Campos and Espírito Santo basins (BMP BC-ES) and the Beach Monitoring Program of Santos Basin Phase 1 (BMP-BS Phase 1), both are held due to the activities of PETROBRAS. The following activities were performed: case study, documentary research and semi-structured interviews. The main results were: the systematization of information from coastal and marine environment, generated by BMP data, as well as the systematization of human activities impacts on this environment. There were direct and indirect contributions from the use of BMP data in the planning and management of Conservation Units (UCs), as well as the implication of the BMP in emergency cases. However, issues related to data access failures must be rectified and the participation of society in the planning and execution of BMPs is encouraged, as the different agents involved in the management of these areas.*

Keywords: Environmental Licensing, Conservation Units, Coastal Management.

® Corresponding author: renatadias.ufscar@gmail.com

- 1 Instituto de Pesquisas Cananéia (IPeC), Av. Nina, 523 Retiro das Caravelas – Cananéia/ SP CEP 11990-000, Brasil e do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental (PPGSGA), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) campus Sorocaba, Rod. João Leme dos Santos km 110 - SP-264 Bairro do Itinga - Sorocaba/SP CEP 18052-780, Brasil. Email: renatadias.ufscar@gmail.com.
- 2 Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), R. Sena Madureira, 1500 Vila Clementino - São Paulo/ SP CEP 04021-001, Brasil. Email: arabinovici@unifesp.br.
- 3 Instituto de Pesquisas Cananéia (IPeC), Av. Nina, 523 Retiro das Caravelas – Cananéia/ SP CEP 11990-000, Brasil. Email: danyfgodoy@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a zona costeira tem um histórico de ocupação crescente desde o ano de 1500 com a chegada dos portugueses. O aumento das atividades humanas e o uso dos recursos naturais têm o seu ápice nas décadas de 1960 e 1970 com a ocupação desordenada da costa e o desenvolvimento dos setores portuário e petrolífero (Marroni e Asmus, 2005; Moraes, 2007). Em função de tantos usos torna-se necessário o planejamento e melhoria da gestão dessas áreas (Marroni e Asmus, 2005; Quintas, 2006).

O ambiente costeiro e marinho é um bem de uso comum, o qual necessita de uma gestão eficaz a fim de não haver degradação/destruição dos seus recursos devido ao uso indiscriminado (GESAMP, 1996). Uma das práticas utilizadas para a proteção dessas áreas é a criação de Unidades de Conservação (UCs) que, apesar do importante papel na conservação da sociobiodiversidade, enfrentam dificuldades estruturais e administrativas, como escassez de recursos humanos e financeiros (WWF, 2012).

Dessa forma, torna-se interessante o aproveitamento de diferentes políticas e instrumentos de gestão que fazem parte do contexto socioambiental que engloba essas UCs. Entre esses instrumentos está o licenciamento ambiental e suas medidas mitigadoras e compensatórias, como é o caso do Projeto de Monitoramento de Praias (PMP).

O PMP é um dos programas ambientais de monitoramento exigidos como condicionante no processo de licenciamento ambiental da exploração de petróleo e gás. Ele avalia os possíveis impactos causados pela produção e escoamento de petróleo e gás nos tetrápodos marinhos (aves, tartarugas e mamíferos) através do monitoramento dos animais encalhados, resgate e reabilitação desses animais (PETROBRAS, 2014a).

Esse trabalho tem como objetivo analisar as contribuições dos Projetos de Monitoramento de Praias para a gestão costeira e marinha, assim como as dificuldades que devem ser sanadas para que essas contribuições ocorram.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada em duas áreas do litoral brasileiro: a primeira é o litoral norte do estado do Espírito

Santo, no qual há a atuação do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Campos e Espírito Santo (PMP BC-ES), iniciado em 2010 e executado desde então por empresas de consultoria que passam pelo processo de licitação.

A área destaca-se pela presença do Programa Nacional de Conservação das Tartarugas Marinhas (TAMAR) e três UCs federais (Figura 1): Área de Proteção Ambiental Costa das Algas, Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz e Reserva Biológica de Comboios. A região em que se localizam essas UCs, assim como todo o litoral norte do Espírito Santo é marcada por atividade petrolífera de diversas empresas, além de estaleiros e portos (MMA, 2010).

A segunda área é o litoral sul do estado de São Paulo, onde se concentra um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica do país (Romão *et al.* 2005). As UCs contempladas nesse estudo foram: APA Cananéia-Iguape-Peruíbe (APACIP), Parque Estadual do Prelado, APA Ilha Comprida (APAIC), Parque Estadual Ilha do Cardoso (PEIC) e APA Marinha Litoral Sul (APAMLS) (Figura 2). Nesse caso, há a presença acentuada das Unidades de Conservação estaduais, geridas pela Fundação Florestal (FF) da Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo.

O PMP executado nessa região é o Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos Fase 1 (PMP-BS), o qual ocorre desde 2015, sendo executado por instituições de pesquisa ligadas à conservação da fauna marinha que historicamente já atuavam nessas áreas. Na região estudada, a instituição executora do PMP-BS Fase 1 é o Instituto de Pesquisas Cananéia (IPeC).

2.1 Estudo de caso

O estudo de caso foi escolhido por apresentar uma abordagem que promove o estudo de uma ou mais unidades dentro de um sistema amplo, abordando aspectos como as percepções, ações e comportamentos na situação estudada (Ludke e André, 1986).

Com base na compreensão do contexto da pesquisa, retrata-se a realidade de forma mais completa, sendo possível a descoberta de aspectos que não foram previstos de início (Yin, 2001).

Os casos estudados foram o PMP BC-ES e o PMP-BS Fase 1 que ocorrem no litoral norte capixaba e no litoral sul paulista, respectivamente. Ambos foram escolhidos por apresentarem tempo de execução e gestão distintas, além da vivência da

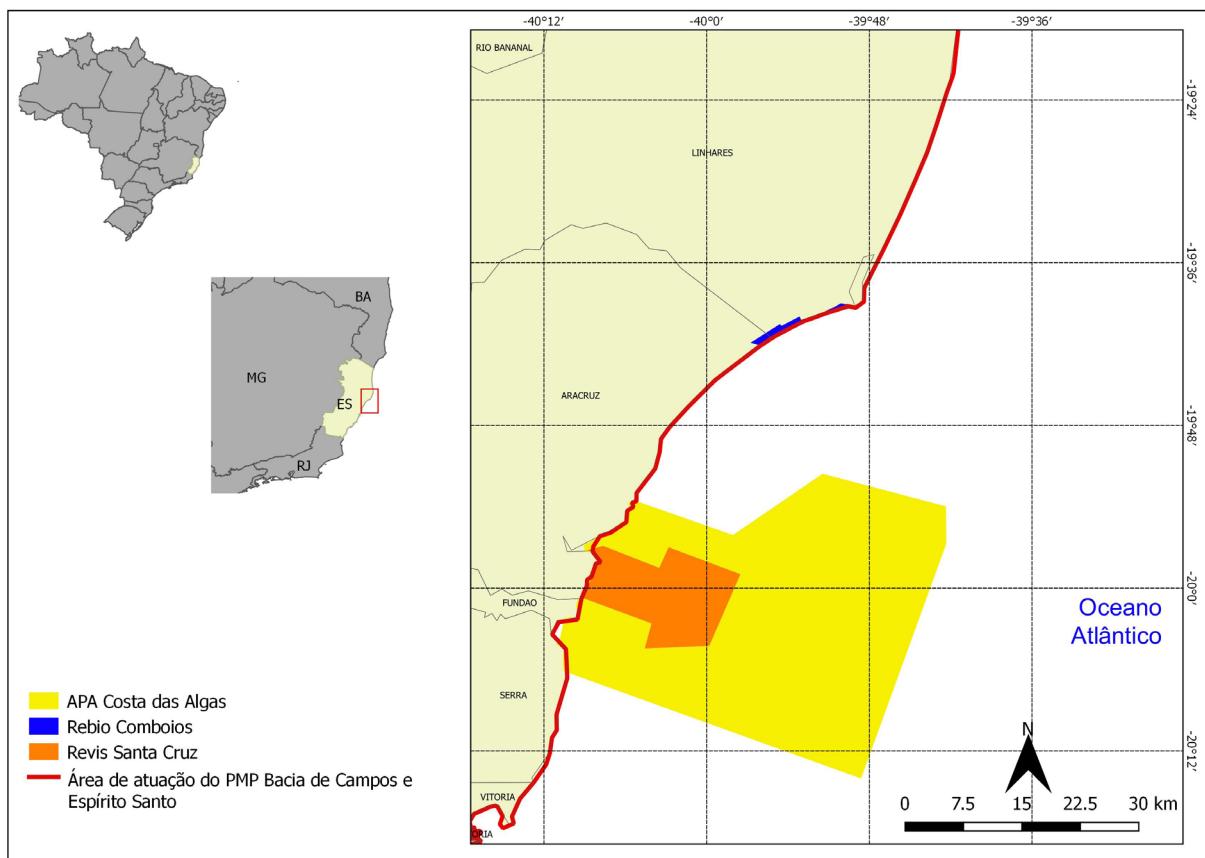


Figura 1. Localização das Unidades de Conservação do litoral norte do Espírito Santo: Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas (amarelo), Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) de Santa Cruz (laranja) e Reserva Biológica (REBIO) de Comboios (azul). Linha de costa (em vermelho) – área de atuação do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Campos e Espírito Santo (PMP BC-ES).

pesquisadora no recorte geográfico realizado para a pesquisa, necessários para uma coleta de dados baseada em entrevistas com os principais atores sociais envolvidos no contexto e a aquisição de documentos para a pesquisa documental.

2.2 Entrevistas

O modelo empregue foi a entrevista semiestruturada por permitir que o entrevistado fale abertamente, no entanto, seguindo questões básicas colocadas pelo entrevistador que direcionam a conversa de acordo com o interesse da pesquisa e que pode ser comparada com depoimentos de outros entrevistados (Bonj e Quaresma, 2005; Mafezzoli e Boehs, 2008).

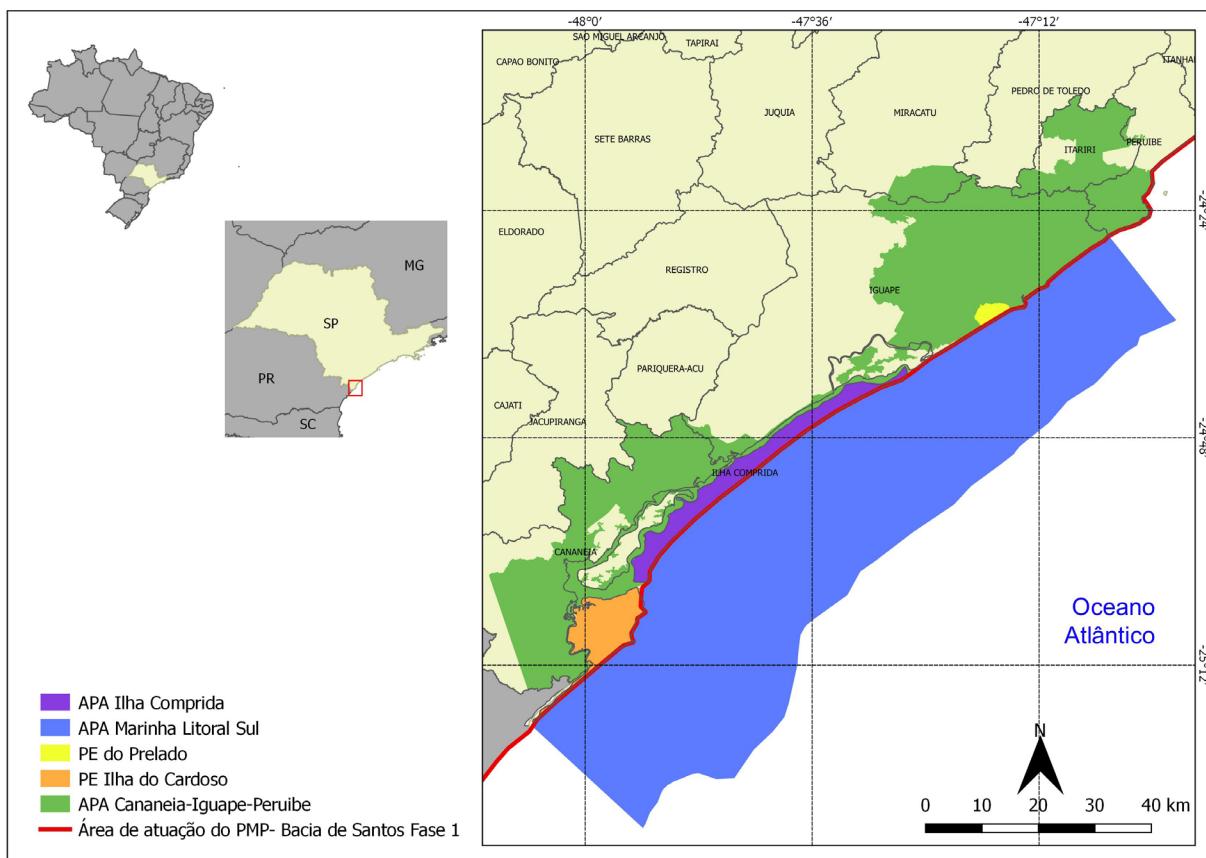
O método de amostragem utilizado foi o snowball (Baldin e Munhoz, 2011) e a recolha de dados terminou quando se iniciou a repetição de informações, não havendo aparição de novos conteúdos relevantes para a pesquisa (Hudelson, 1994).

Os entrevistados foram analistas do IBAMA que trabalham

diretamente com a análise e fiscalização dos PMPs, analistas da PETROBRAS que respondem pelos PMPs, coordenador do TAMAR/ICMBio, coordenação e funcionários dos PMPs, membros da comunidade e gestores das Unidades de Conservação de ambas as áreas de estudo. Vale ressaltar que os moradores locais entrevistados eram funcionários do PMP ou trabalhavam em assuntos que envolviam as instituições relacionadas. Esse recorte acabou garantindo que os entrevistados tivessem algum tipo de conhecimento sobre o escopo da pesquisa.

Foi efetuada a gravação e a transcrição das mesmas, recolhendo informações pertinentes ao desenvolvimento do estudo (Gibbs, 2009), como o envolvimento e a atuação dos atores nos PMPs analisadas suas opiniões sobre a estruturação e as contribuições dos PMPs para a gestão costeira e marinha.

As entrevistas foram realizadas entre os meses de novembro de 2016 e setembro de 2017, totalizando 17 participantes e 11 horas, 15 minutos e 20 segundos de gravação.



2.3 Pesquisa documental

A pesquisa documental é uma técnica baseada em documentos que normalmente não receberam tratamento prévio, sendo essa característica interessante por fornecer informações distintas a partir da mudança do objeto de estudo (PRODANOV e FREITAS, 2013).

Os documentos são normalmente utilizados para corroborar informações provenientes de outras fontes de dados (Mafezzolli e Boehs, 2008) que, no caso da presente pesquisa, são os dados recolhidos nas entrevistas.

Foram utilizados os seguintes documentos: legislação referente à gestão de UCs, projetos executivos dos PMPs, Estudo de Impacto ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) das atividades de produção e escoamento de petróleo e gás realizadas pela PETROBRAS no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos (Etapas 01 e 02), Termos de Referências (TdR) e Pareceres Técnicos da Coordenação Geral de Licenciamento Ambiental de

Empreendimentos Marinhos e Costeiros do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (CIGMAC/IBAMA), documentos oficiais da PETROBRAS, manifestações técnicas realizadas por outras instituições (TAMAR/ ICMBio e Fundação Florestal), relatórios anuais do desenvolvimento dos PMP BC-ES e PMP-BS Fase 01 e atas de reuniões dos Conselhos Gestores das UCs envolvidas.

Nos documentos procurou-se por referências às Unidades de Conservação encontradas nas áreas de estudo, sendo importantes fontes de informações acerca da participação e envolvimento dessas UCs no planejamento e gestão dos Projetos de Monitoramento de Praias. Além disso, os documentos explicam o histórico de criação, envolvimento de cada instituição e caracterizam os PMPs, possibilitando selecionar o que pode ser discutido na gestão e conservação costeira e marinha.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A geração de conhecimento sobre a região costeira e marinha

Dos 17 entrevistados, 14 falaram da importância dos PMPs para a geração de conhecimento sobre o ecossistema costeiro e marinho e o uso desse conhecimento na conservação ambiental. Os entrevistados da CGMAC/ IBAMA, coordenação do PMP-BS e os gestores das UCs destacaram o interesse de se incorporar dados coletados nos PMPs úteis na gestão de UCs, como número e diversidade de encalhes de animais marinhos nas praias e as possíveis causas desses encalhes, além de avisos do aparecimento de animais oleados e dos próprios resíduos oleosos que podem estar relacionados com as atividades de petróleo e gás, como manchas de óleo e piche (PETROBRAS, 2017a).

Os animais encontrados vivos e debilitados são atendidos e reabilitados para serem devolvidos à natureza, quando possível, enquanto os animais mortos são necropsiados em busca de informações sobre sua causa mortis. Tais atividades servem para avaliar possíveis impactos gerados aos animais marinhos pelas atividades licenciadas de produção e escoamento de petróleo e gás (PETROBRAS, 2017a).

De acordo com os dados do relatório anual do PMP-BS Fase 1, as principais causas de morte identificadas nos animais marinhos avaliados foram a interação com pesca e a ingestão de resíduos sólidos (Tabela 1), sendo baixo o número de casos de animais contaminados com óleo ou com alguma referência à interação com a atividade licenciada (PETROBRAS, 2016b).

Desta forma, observa-se que o PMP pode gerar dados sobre

os impactos crônicos e agudos da produção de petróleo e gás para o ambiente costeiro e marinho e que para se detectar o primeiro eram necessárias reformulações na metodologia para que atendesse satisfatoriamente o objetivo do projeto (PETROBRAS, 2014a).

A forma encontrada de alinhar a metodologia de coleta e análise dos dados para que seja viável detectar os efeitos crônicos de exposição ao óleo foi através de um “Índice de Saúde”, já utilizado em outros estudos (Moore *et al.*, 2013). Essa metodologia considera parâmetros encontrados em necropsias e achados histopatológicos nos animais coletados, a fim de observar se o animal estava saudável ou com problemas de saúde (PETROBRAS, 2018). Apesar de ser gerado o índice de saúde para cada animal, a proposta é observar as condições de saúde da população amostrada, com variações ao longo do tempo e espacialmente. A partir do monitoramento da saúde das populações espacial/temporalmente é que poderão ser realizadas correlações com as atividades de produção e escoamento de petróleo e gás (PETROBRAS, 2017b).

Domiciano *et al.* (2016) referem a importância de avaliar a saúde do animal, pois apesar da interação com a pesca ter sido a principal causa de encalhes dos cetáceos avaliados no estudo, os animais estavam debilitados e apresentavam doenças respiratórias recorrentes, entre outros achados histopatológicos. Para além disso, sabe-se que a contaminação por petróleo em animais marinhos causa efeitos crônicos, resultando em imunossupressão dos indivíduos afetados (Schwacke *et al.*, 2014).

A fauna marinha monitorada pelo PMP pode ser considerada um alerta ambiental, ou seja, a avaliação da saúde das populações

Tabela1. Registros de interação antrópica identificados durante as necropsias no período compreendido entre 24/08/2015 a 23/08/2016 na área de atuação do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos Fase 1 (PMP-BS). As porcentagens referem-se ao total de animais necropsiados da respectiva classe. Um mesmo indivíduo pode apresentar mais de uma interação antrópica (Adaptado de PETROBRAS, 2016b).

Interação com:	Aves	Mammalia	Reptilia	Total de Registros de Interação
Atividade de exploração e produção de petróleo e gás	0,19%	0,00%	0,00%	5
Dragagem	0,00%	0,00%	0,05%	1
Dragagem/ agressão/ vandalismo/ caça	3,42%	5,63%	1,52%	156
Embarcações	1,08%	4,36%	2,57%	109
Pesca	15,15%	36,30%	16,58%	969
Resíduo Sólido (lixo)	11,03%	6,72%	26,05%	901
Total de animais com indícios de interação antrópica	687	241	848	1776
Total de animais necropsiados	2693	551	2177	5421

desses animais reflete a saúde do ambiente em que elas estão e, consequentemente revela impactos socioeconómicos associados (Reis *et al.*, 2010; Moura *et al.*, 2011).

Essas informações também são relevantes para a gestão de UCs costeiras e marinhas, as quais compartilham da realidade das UCs brasileiras de escassez de recursos para operar e atingir os seus objetivos de conservação da sociobiodiversidade (Brasil, 2000b; WWF, 2012).

Os dados primários coletados nos PMPs sobre ocorrência e distribuição de espécies geram fundamentação técnica a ser incorporada no planejamento, gestão e avaliação das áreas protegidas (Hockings *et al.*, 2006). Estes dados podem ser usados para apoiar a elaboração e revisão de Planos de Manejo, que é o documento orientador do planejamento da UC. No Plano de Manejo são abordadas as atividades permitidas na área da UC, direcionando as ações de gestão que devem ser aplicadas (Brasil, 2000b; IBAMA, 2002; São Paulo, 2014).

Para regiões da costa brasileira onde se concentram importantes locais de conservação, compreender as principais ameaças ao ambiente marinho e à fauna associada é necessário para serem pensadas medidas de mitigação e estratégias conservacionistas (Domiciano *et al.*, 2016).

3.2 Resposta a eventos de vazamento de óleo

A Lei 9.966/2000 define os princípios dos primeiros mecanismos de prevenção, controle e fiscalização de poluição em casos de derrame de óleo, sendo uma exigência que toda a plataforma e instalações de apoio tenham um Plano de Emergência Individual (PEI), que consiste num documento técnico com os procedimentos a serem seguidos a partir de um incidente que ocorra naquela estrutura (Brasil, 2000a; CONAMA, 2008).

Além do PEI, em casos de regiões de maiores concentrações de plataformas de petróleo e estruturas associadas, exige-se um Plano de Área que englobe todos os PEI e dê as orientações para casos de emergências que ultrapassem os limites de uma determinada plataforma (Brasil, 2003). No caso da Bacia de Santos a PETROBRAS mantém o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo da ÁREA Geográfica Bacia de Santos (PEVO-BS) (PETROBRAS, 2014b).

Posteriormente, em 2013 foi aprovado o Plano Nacional de Contingência (PNC), o qual integra procedimentos operacionais, recursos humanos e materiais para situações de emergência de derrames de óleo de dimensão nacional, incluindo centros e instalações capazes de atender à fauna oleada (Brasil, 2013).

Entre os 17 entrevistados, cinco referiram-se a importância do auxílio dos PMPs em resposta a eventos de vazamento de óleo: o gestor da APA Costa das Algas, três analistas do IBAMA e o analista da PETROBRAS.

Parte-se do pressuposto de que as equipes dos PMPs são conhecedoras das características das praias em que atuam e possuem centros de estabilização e reabilitação estruturados (PETROBRAS, 2014a, c), capazes de contribuir para a resposta em casos de derrame de óleo.

3.3 Acesso aos Dados

Ao discutir o acesso aos dados gerados pelos PMPs, o coordenador do TAMAR e os três gestores da APA Costa das Algas, REVIS de Santa Cruz e REBIO de Comboios sinalizaram a necessidade de melhorias no acesso aos dados do PMP BC-ES, os quais não eram passados de forma sistemática a essas instituições interessadas.

As UCs do litoral norte capixaba e Centro TAMAR ICMBio-ES recebiam os Relatórios Quadrimestrais e Anuais gerados pelo PMP BC-ES, não sendo transmitidos os dados brutos de maneira sistemática (PETROBRAS, 2016a).

Dos 17 entrevistados, sete comentaram sobre a importância e os benefícios do Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA), criado para o PMP-BS Fase 1. Os entrevistados que sinalizaram sua importância foram: gestores da APA Costa das Algas, REVIS de Santa Cruz, APA Marinha do Litoral Sul e Parque Estadual da Ilha do Cardoso, coordenador do TAMAR, coordenador do PMP-BS Fase 1 e analistas do IBAMA.

Inicialmente, o PMP-BS Fase 1 foi estruturado com uma proposta de gestão de dados diferenciada do PMP BC-ES, com o intuito de melhorar o fluxo dos dados gerados.

Inicialmente, o Laboratório de Oceanografia Biológica da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) foi escolhido para a coordenação geral do PMP-BS Fase 1 pela sua experiência em sistemas de gerenciamento de dados, devido à criação do Sistema de Apoio ao Monitoramento de Mamíferos Marinhos (SIMMAM) (Barreto *et al.*, 2012).

Nesse contexto, foi criado pelo Laboratório de Oceanografia Biológica da UNIVALI o Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA), um sistema de gerenciamento de dados semelhante ao SIMMAM, mas com a finalidade de armazenar os dados coletados por todas as instituições executoras do PMP-BS Fase 1, as quais inserem diariamente as informações acerca do seu trecho de atuação (Almeida, 2015).

Esse sistema é considerado inovador pelos atores entrevistados nessa pesquisa e citado como uma alternativa interessante para um melhor fluxo dos dados.

A questão de problemas no fluxo dos dados do PMP BC-ES provavelmente será solucionada parcial ou totalmente com o uso do SIMBA, que se iniciou em 2017 (PETROBRAS, 2017a).

Para que os PMPs contribuam para a gestão das áreas costeiras e marinhas, os dados precisam estar disponíveis e os atores sociais envolvidos na gestão dessas áreas devem ter acesso a esses dados e também devem participar do andamento dos trabalhos do PMP, a fim de garantir um envolvimento coerente com a gestão integrada das áreas costeiras e marinhas.

3.4 Conflitos com a comunidade local e o papel da Comunicação e Educação Ambiental

No litoral capixaba, dois entrevistados que são funcionários do PMP BC-ES apontaram um conflito no início das atividades com a comunidade local na região da foz do Rio Doce, devido ao fato dos pescadores não terem sido devidamente envolvidos e informados dos objetivos das atividades das equipes de campo do PMP naquela área. Dessa forma, animais marinhas que emalhavam nas redes de pesca não eram entregues à equipe do PMP, a fim de evitar uma possível multa ou repreensão.

Uma das soluções encontradas foi a contratação de um pescador como monitor do PMP BC-ES, com o intuito de dialogar diretamente com os pescadores sobre o desenvolvimento e importância do Projeto, minimizando os conflitos emergentes.

Tais situações conflituosas também foram citadas no litoral sul de São Paulo pelos gestores da APAMLS e PEIC, onde houve alguns “ruídos” nas relações entre comunidades e o PMP-BS Fase 1, destacando-se a confusão da equipe de campo do PMP por agentes de fiscalização na Ilha Comprida e Ilha do Cardoso.

Essa falha na comunicação entre o Projeto e a comunidade pode vir a gerar conflitos de maiores proporções se não for sanada, o que contribui para o distanciamento das relações entre os atores envolvidos e o consequente descrédito das atividades do PMP nesses locais. Logo, a melhoria na comunicação social dos PMPs nas áreas onde atua é de extrema importância para o desempenho dos mesmos.

O PMP BC-ES não prevê nos seus objetivos o envolvimento da sociedade nas ações do Projeto, apesar de constar na sua metodologia o acionamento de encalhe e pela sociedade civil (PETROBRAS, 2017a). Contudo, o PMP-BS Fase 1 apresenta nos seus objetivos específicos “Estabelecer canais de

comunicação com a população e os órgãos governamentais na área de monitoramento, para que possam colaborar com o monitoramento” (PETROBRAS, 2014a, pg.3). Uma das formas previstas para o seu cumprimento é a manutenção de uma rede de colaboradores que entrem em contato com as equipes, caso haja o encalhe de animais marinhas. Porém, da forma como é colocada, evidencia-se a unilateralidade, ou seja, utilizar a participação da comunidade em prol do Projeto, sem explicitar o contrário: o retorno da existência do PMP para a comunidade.

Dentro desse cenário de relações entre a comunidade e o PMP, os gestores das UCs do litoral sul paulista mostraram preocupação e sinalizaram necessidade de interação constante e ativa com as comunidades que vivem dentro e nas proximidades das UCs (São Paulo, 2017).

Com a finalidade de se atingir esse objetivo de envolvimento social, as instituições executoras do PMP-BS Fase 1 desenvolvem palestras para públicos diversos, como escolas, órgãos públicos e comunidades locais; participam em reuniões de Conselhos Gestores de Unidades de Conservação e promovem ações de Educação Ambiental (Tabela 2) (PETROBRAS, 2016b, 2018).

Tabela 2. Número de pessoas contempladas pelas atividades de Educação Ambiental e Comunicação Social do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS) Fase 1 por instituição executora, no período entre 2015-2016 e 2016-2017 (Adaptado de PETROBRAS, 2016b; 2018).

Instituição	Número de Participantes	
	2015-2016	2016-2017
Argonauta	1.128	2.902
Associação R3 Animal	3.827	2.299
Biopesca	2.113	3.415
GREMAR	343	2.454
Instituto Australis	600	776
Instituto de Pesquisas Cananéia (IPeC)	387	2.951
IO/USP	359	77
UDESC	475	710
UFPR	802	1.607
UNIVALI	792	997
UNIVILLE	982	2.382
TOTAL	11.808	20.570

Porém, a análise desses dados não deveria ser o número de pessoas contempladas pelas atividades, mas a qualidade dessa interação social (Rahnema, 1990). De acordo com Rodrigues (2001), quanto maior o envolvimento do público com o processo, maior a apropriação do mesmo, ou seja, se

as pessoas não estão envolvidas com o PMP de alguma forma, dificilmente essas ações terão êxito.

Além disso, é discutível o uso de indicadores quantitativos (ex: número de pessoas) para avaliar as práticas relacionadas com a Educação Ambiental, pois fatores importantes a serem observados nessas ações, como níveis de participação e envolvimento das pessoas, sensibilização das mesmas e possíveis mudanças de postura em função dessas interações podem ser subestimadas, ou não representadas pelos números (São Paulo, 2014). Por exemplo, através apenas do número total de participantes não é possível extrair informações como a faixa etária dos mesmos, o gênero e o perfil desses atores (moradores locais, turistas, pescadores ou representantes de órgãos governamentais), tão pouco se essas pessoas que participaram das intervenções se habituaram a acionar o PMP em casos de encalhes de animais marinhos.

O processo participativo é uma maneira da sociedade se envolver nas tomadas de decisão (Rocha e Bursztyn, 2005) e, no que se refere às questões ambientais, construir uma visão mais próxima da relação ser humano-natureza (Layrargues, 2002).

A participação da sociedade no desenvolvimento de políticas públicas é um dos atributos menos considerados sendo, porém, apontado como necessário na gestão da zona costeira, conferindo robustez e legitimidade ao processo (Polette, 2009).

É comum observar insucessos de programas e projetos que não tiveram o apoio e participação social (Polette, 2009), pois esse envolvimento deve ocorrer em todas as etapas do processo, desde o seu planejamento até a sua avaliação, a fim de não haver ocultação ou dados sem transparência a respeito da participação social (Rocha e Bursztyn, 2005).

Comumente é observado em processos realizados pelo Estado (auto)denominados participativos apenas uma forma de “validação” de um projeto elaborado previamente por grupos externos aos atores sociais interessados (Rodrigues, 2001; Rabinovici, 2009), ou seja, uma participação estruturada unilateralmente, sendo normalmente o poder público quem a caracteriza.

Avaliando as características apresentadas nos estudos de caso (suas semelhanças e diferenças) percebe-se que os PMPs possuem formatos incipientes de participação social, em que o planejamento é feito de forma institucional, sendo a sociedade informada do que irá ocorrer ou já está em andamento, tendo poucos/ nenhum momento para expressar as suas opiniões.

Ressalta-se novamente que, para se obter sucesso no atendimento ao objetivo apresentado no PMP-BS Fase 1 de envolver a comunidade como parceira no monitoramento das praias, é necessária a reformulação dessa postura de natureza consultiva do processo participativo, pois a continuidade e constância do envolvimento social só será atingida se o PMP for capaz de assimilar esse processo e as pessoas compreenderem a importância do Projeto e se perceberem atores-chave nesse contexto (Rodrigues, 2001).

Logo, os Projetos de Monitoramento de Praias devem se apropriar dos conceitos de efetiva participação social, conhecendo as comunidades, percebendo suas necessidades, buscando parcerias com elas e com outros setores da sociedade envolvidos no processo (instituições públicas, UCs, ONGs, instituições de pesquisa). Assim, havendo iniciativas de envolvimento da sociedade desde o início do processo, poderá ser o começo de uma construção de gestão participativa (Jacobi, 2003), na qual o Estado e os cidadãos exercem os seus direitos e deveres sobre as questões socioambientais que envolvem os casos analisados nessa pesquisa.

4. CONCLUSÕES

Nessa pesquisa, foram levantadas as seguintes contribuições dos PMPs às UCs e à gestão costeira como um todo: a geração de conhecimento sobre o ambiente costeiro e marinho, assim como os impactos das atividades humanas nesse ambiente; uso dos dados do PMP no planejamento e gestão de UCs, tanto as já existentes quanto no embasamento para a criação de novas; auxílio no monitoramento do território devido às atividades diárias das equipes de campo do PMP nas UCs.

Além disso, o PMP mostrou ser uma importante ferramenta a ser envolvida na resposta a vazamentos de óleo, já que dispõe de equipe técnica local capacitada e centros de estabilização e reabilitação de fauna marinha estruturados ao longo de toda a área de atuação. É estrategicamente favorável o PMP ser inserido no Plano de Emergência da empresa, pois fortalece a existência, manutenção e continuidade do Projeto.

A principal limitação do PMP é a dificuldade em manter um fluxo de dados entre os atores sociais envolvidos, em especial o caso do PMP BC-ES. Contudo, acredita-se que o uso do SIMBA pode minimizar essa problemática. Outra questão é a pouca capacidade do PMP de compreender e dialogar com a população, acarretando uma baixa participação da sociedade na estruturação do mesmo.

O PMP deve ser estruturado de forma a integrar a comunidade local em todo o processo, pois a falha nessa comunicação acarreta conflitos que, se não são sanados no início, podem gerar impactos na gestão dos espaços comuns a esses atores, por exemplo, as Unidades de Conservação.

Dessa forma, espera-se que essa pesquisa estimule as Unidades de Conservação, além de outros atores sociais incluídos nas áreas de atuação dos PMPs, a usufruir dos esforços provenientes dos Projetos de Monitoramento de Praias e de outros projetos ambientais do processo de licenciamento ambiental das atividades petrolíferas, utilizando-os para auxiliar tomadas de decisão em prol da gestão e conservação da zona costeira e marinha.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao IPeC, PETROBRAS, IBAMA, TAMAR, ICMBio, UNIVALI, Fundação Florestal e todos os envolvidos nos projetos citados nesta pesquisa, assim como todos os gestores das Unidades de Conservação participantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, P. (2015) - SIMBA - Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática: Documento de Especificação de Requisitos, Casos de Uso, Protótipos de Telas e Diagrama de Entidade e Relacionamento. Geosapiens, 188p.
- Baldin, N.; Munhoz, EMB.(2011) - *Snowball* (Bola de Neve): Uma técnica metodológica para pesquisa em Educação Ambiental comunitária. Congresso Nacional de Estuação - EDUCERE: I Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação - SIRSSE, 10: 329-341, Curitiba, Brasil.
- Barreto, AS.; Sperb, RM.; Barbosa, AF.; Silva, JR, JM. (2012) - SIMMAM - Sistema de Apoio ao Monitoramento de Mamíferos Marinhos: uma nova ferramenta para a gestão ambiental. Rio oil & gás expo and conference: 1-7, Rio de Janeiro, Brasil.
- Boni, V.; Quaresma, SV. (2005) - Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. *Em Tese*, 2(1): 68-80.
- Brasil (2000a) - Lei 9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional.
- Brasil (2000b) - Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- Brasil (2003) - Decreto 4.871, de 06 de novembro de 2003. Dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional.
- Brasil (2013) - Decreto 8.127, de 22 de outubro de 2013. Institui o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2008) - Resolução nº 398, de 11 de junho de 2008. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
- Domiciano, IG.; Domit, C., Broadhurst, MK.; Koch, MS., Bracarense, APFRL. (2016) - Assessing Disease and Mortality among SmallCetaceans Stranded at a World Heritage Site in Southern Brazil. *PLoS ONE*, 11 (2). DOI:10.1371/journal.pone.0149295.
- Gesamp. (1996) - *The contributions of science to integrated coastal management*. 66p., Rep. Stud. GESAMP (61). 66p.
- Gibbs, G. (2009) - Análise de dados qualitativos: Coleção Pesquisa Qualitativa. 195p., Artmed, Porto Alegre, Brasil.
- Hockings, M.; Stolton, S.; Leverington, F.; Dudley, N.; Courrau, J. (2006) - Evaluating effectiveness: A framework for assessing management effectiveness of protected areas. 105p., IUCN, Cambridge.
- Hudelson, PM. (1994) - Qualitative Research for Health Programmes. 102p. World Health Organization. Division of Mental Health. Geneva.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis(2002) - Roteiro Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica e Estação Ecológica. 138p., Brasília, Brasil.
- Jacobi, PR. (2003) - Espaços públicos e práticas participativas na gestão do meio ambiente no Brasil. *Sociedade e Estado*, 18 (1-2): 315-338, Brasília, Brasil.
- Layrargues, PP. (2002) - Educação para a gestão ambiental: a cidadania no enfrentamento político dos conflitos socioambientais. Revisão de Layrargues, PP. (1998) - Educação para a gestão ambiental: será esta a sucessora da educação ambiental? In: Mata, SF et al.(orgs) *Educação ambiental, desafio do século: um apelo ético*, pp.108-113, Terceiro Milênio, Rio de Janeiro, Brasil.

- Ludke, M.; André, MEDA. (1986) - Métodos de Coleta de Dados: observação, entrevista e análise documental. In: *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. pp.38-44, E.P.U., São Paulo, Brasil.
- Maffezzoli, ECF.; Boehs, CGE. (2008) - Uma reflexão sobre o estudo de caso como método de pesquisa. *Revista FAE*, 11 (1): 95-110, Curitiba, Brasil.
- MMA -Ministério do Meio Ambiente (2010) - Nota Técnica 01/2010: *Proposta de Criação do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz e Área de Proteção Ambiental Costa das Algas*, Vitória, 2010.
- Marroni, EV.; Asmus, ML. (2005) - *Gerenciamento Costeiro e o fortalecimento comunitário na gestão ambiental*. 156p., Editora da União Sul- Americana de Estudos da Biodiversidade – USEB, Pelotas, Brasil.
- Moore, M.; Vanderhoop, J.; Barco, S.; Costidis, A.; Gulland, F.; Jepson, P.; Moore, K.; Raverty, S.; Mclellan, W. (2013) - Criteria and case definitions for serious injury and death of pinnipeds and cetaceans caused by anthropogenic trauma. *Dis. Aquat. Organ.*, 229-264. DOI: 10.3354/dao02566.
- Moraes, ACR. (2007) - A ocupação da zona costeira do Brasil: uma introdução. In: *Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro*, pp.29-53, Annablume, São Paulo, Brasil.
- Moura, JF.; Cardozo, M.; Belo, MSSP.; Hacon, S.; Siciliano, S. (2011) - A interface da saúde pública com a saúde dos oceanos: produção de doenças, impactos socioeconômicos e relações benéficas. *Ciência & Saúde Coletiva*, 16 (08): 3469-3480.
- PETROBRAS (2014a) - *Projeto Executivo do Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS)* - Fase 1. 86p.
- PETROBRAS (2014b) - *Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Pólo Pré-Sal da Bacia de Santos - Etapa 2*. Mineral Consultoria, 69p.
- PETROBRAS (2014c) - *Resposta ao Parecer Técnico CGPEG/IBAMA N° 190/2014*. 468p.
- PETROBRAS (2016a) - *Projeto Executivo do Programa de Monitoramento de Praias (PMP BC/ES)*.66p.
- PETROBRAS (2016b) - *Relatório Técnico Anual (2015-2016) do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos - Fase 1*. 132p., UNIVALI, Itajaí, Brasil.
- PETROBRAS (2017a) - *Projeto Executivo - Projeto de Monitoramento de Praias (PMP BC-ES)*. 66p., CTA.
- PETROBRAS (2017b) - *Relatório da 3ª Reunião de Análise Crítica do PMP-BS Fase 1*. 35p., Itajaí, Brasil.
- PETROBRAS (2018) - *Relatório Técnico Anual (2016-2017) do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos - Fase 1*. 350p., UNIVALI, Itajaí, Brasil.
- Polette, M. (2009) - *Os desafios da gestão costeira no Brasil*. In: *Gestão Integrada das Áreas Costeiras*, pp. 215-237, Rubes Editorial, Barcelona, Espanha.
- Quintas, JS. (2006) - *Introdução à Gestão Ambiental Pública*. 134p., Ibama, Brasília:, Brasil.
- Rabinovici, A. (2009) - *Organizações Não-Governamentais e turismo sustentável: trilhando conceitos de participação e conflitos*. 327p., Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- Rahnema, M. (1990) - Participatory Action Research: The “Last Temptation of Saint” Development. *Alternatives XV*, 199-226.
- Reis, EC.; Pereira, CS.; Rodrigues, DP.; Secco, HKC.; Lima, LM.; Rennó, B.; Siciliano, S. (2010) - Condição de saúde das tartarugas marinhas do litoral centro-norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil: avaliação sobre a presença de agentes bacterianos, fibropapilomatose e interação com resíduos antropogênicos. *Oecologia Australis*, 13 (03): 756-765. DOI: 10.4257/oeco.2010.1403.11
- Rocha, JD.; Bursztyn, MA. (2005) - A importância da participação social na sustentabilidade do desenvolvimento local. *Interações: Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, 07 (11): 45-52.
- Rodrigues, CL. (2001) - *Limites do consenso: Territórios polissêmicos na Mata Atlântica e a gestão ambiental participativa*. 279p., Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Romão, DA.; Chabaribery, D.; Carvalho, M.; Roth, M. (2005). Fortalecimento de comunidades rurais no Brasil: um estudo regional. *Informações Econômicas*, 35 (2), São Paulo, Brasil.
- São Paulo (2014) - *Manual de Gestão das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo*. 328p., Secretaria do Meio ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal. Páginas & Letras Editora e Gráfica, São Paulo, Brasil.

São Paulo (2017). *Ata da 48ª Reunião Ordinária do Conselho Gestor da APA Marinha Litoral Sul e ARIE do Guará*. Secretaria do Meio Ambiente (SMA), São Paulo, Brasil.

Schwacke, LH.; Smith, CR.; Townsend, FL.; Wells, RS.; Hart, LB.; Balmer, BC.; Collier, TK.; Guise, SD.; Fry, MM.; Guillette, LJ.; Lamb, SV.; Lane, SM.; Mcfee, WE.; Place, NJ.; Tumlin, MC.; Ylitalo, GM.; Zolman, ES.; Rowles, TK.(2014) - Health of Common Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Barataria

Bay, Louisiana, Following the Deepwater Horizon Oil Spill. *Environmental Science & Technology*, 48: 93-103. DOI:10.1021/es403610f.

WWF (2012) - *Efetividade gestão das unidades de conservação federais do Brasil*. 66p., ICMBio, Brasília, Brasil.

Yin, RK. (2001) - *Estudo de caso: Planejamento e Métodos*. 205p., Bookman, Porto Alegre, Brasil.