

Revista de Gestão Costeira Integrada

Journal of Integrated Coastal Zone Management

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

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

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

@ Autor para correspondência

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

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

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

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

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

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

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

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

1. INTRODUÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. MÉTODO

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

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

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

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

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

3. RESULTADOS

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

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

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

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

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

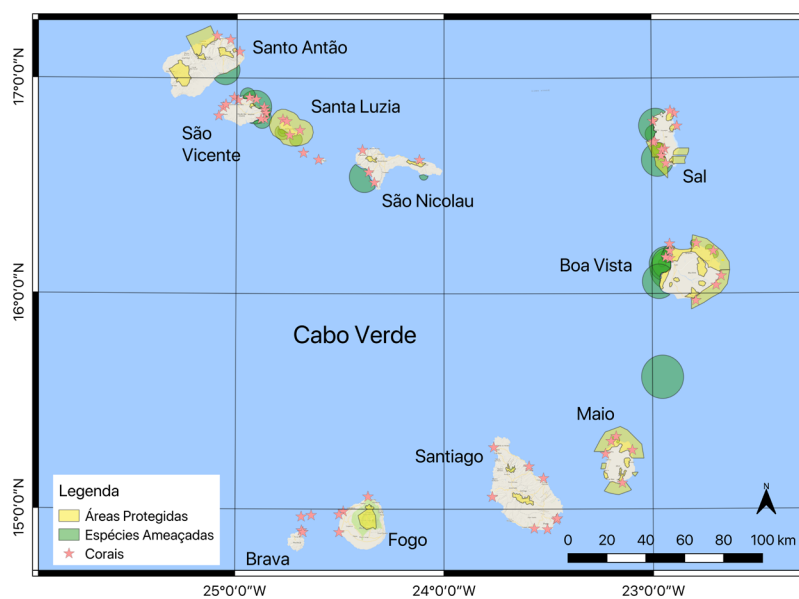


Figura 1. Mapa das áreas ecologicamente sensíveis em Cabo Verde.

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

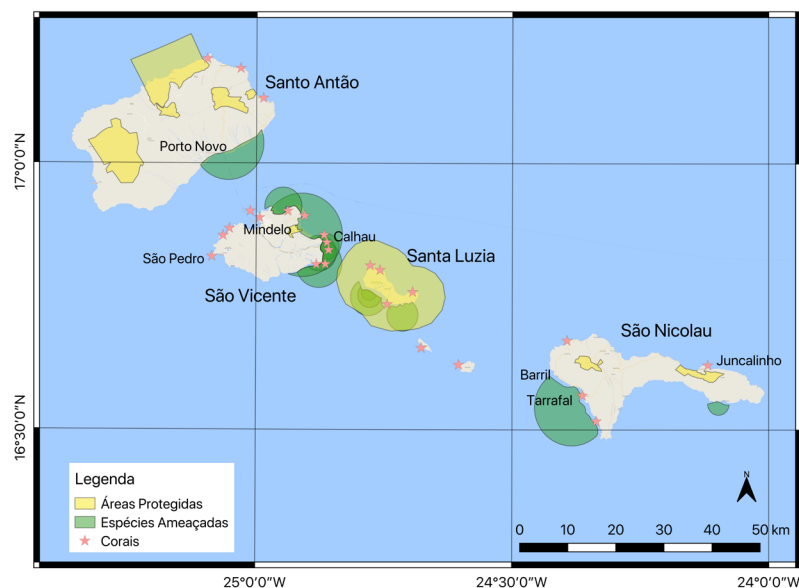


Figura 2. Mapa das áreas ecologicamente sensíveis nas ilhas de Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia e São Nicolau.

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

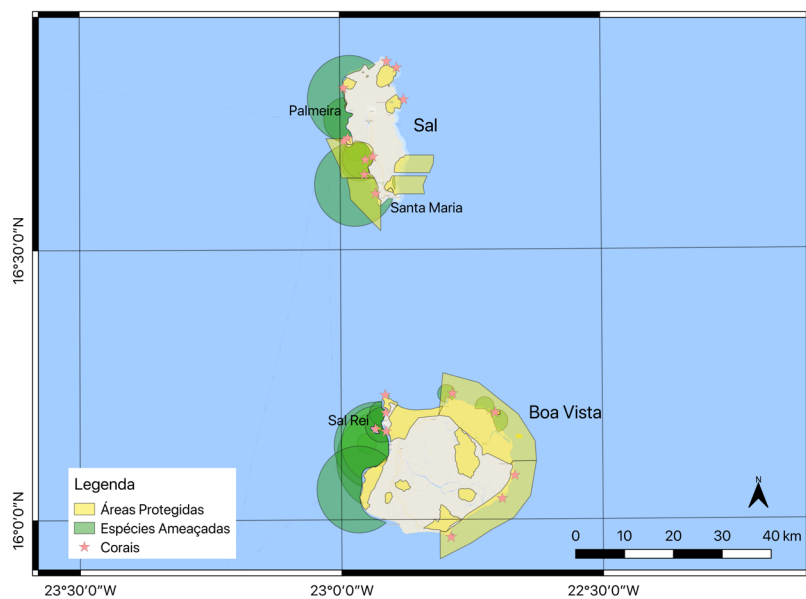


Figura 3. Mapa das áreas ecologicamente sensíveis nas ilhas do Sal e Boa Vista.

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

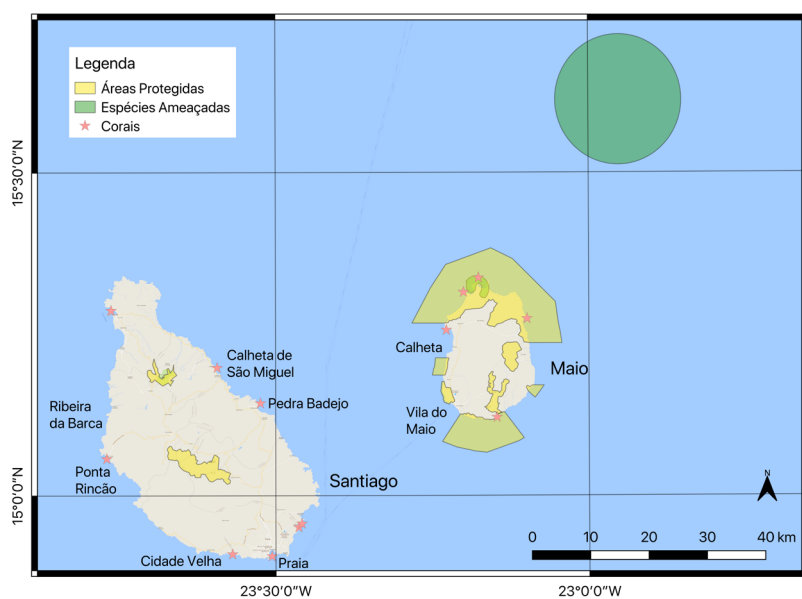


Figura 4. Mapa das áreas ecologicamente sensíveis nas ilhas de Santiago e Maio.

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

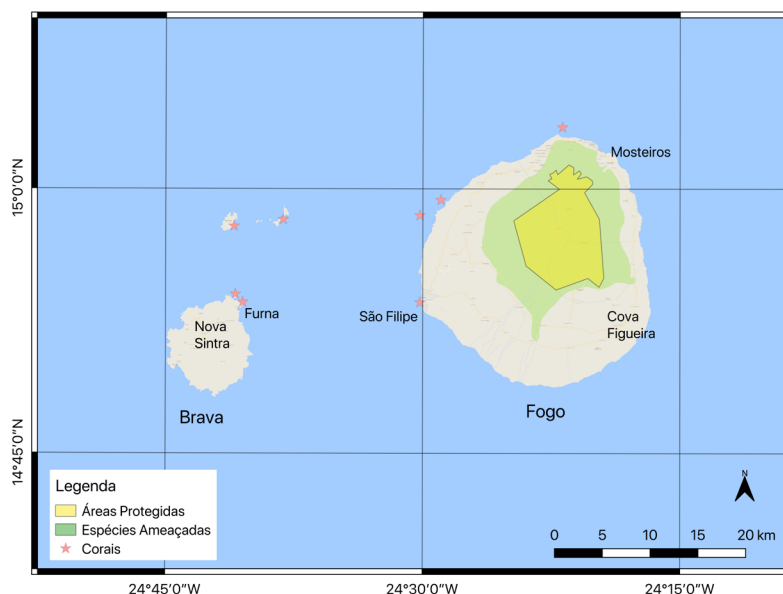


Figura 5. Mapa das áreas ecologicamente sensíveis nas ilhas do Fogo e Brava

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

4. DISCUSSÃO

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

4.1 Áreas marinhas e costeiras ecologicamente sensíveis de Cabo Verde

A Rede Nacional de Áreas Protegidas de Cabo Verde foi instituída pelo Decreto-Lei n° 3/2003 com o objetivo de conservar a natureza e promover o desenvolvimento sustentável do país. Ela é composta por 46 áreas protegidas, das quais 26 podem ser classificadas como marinhas ou costeiras, sendo vedada a realização de atividades que alterem suas características ecológicas ou estéticas, como a instalação dos cabos de energia submarinos (Cabo Verde, 2003).

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

(como o seu branqueamento), o que pode levar, inclusive, à sua morte. Os corais de Cabo Verde são protegidos, conforme estabelece o Plano Nacional de Gestão e Conservação de Corais, aprovado pela Resolução n° 49/2015 (Cabo Verde, 2015).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5. CONCLUSÕES

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

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

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

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

REFERÊNCIAS

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

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

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

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