

# Avaliação da evolução da área no Mussulo usando geotecnologias e necessidade de protecção à luz da convenção de Ramsar

Evaluation of the evolution of the area in Mussulo using geotechnologies and the need for protection according to the Ramsar convention

Carlos Andrade Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto, Avenida 4 de Fevereiro n.º 71, Número de contribuinte 7101005232, Luanda, Angola, email: carlosandneto@hotmail.com.

## CITAR COMO:

Neto, C. A. Avaliação da evolução da área no Mussulo usando geotecnologias e necessidade de protecção a luz da Ramsar. Revista Angolana de Geociências, 2020, 1(1), p. 51-61

## INFORMAÇÃO ADICIONAL:

Recebido: 19/5/2020

Aceite: 12/6/2020

\*Autor correspondente:

Carlos Andrade Neto  
(e-mail: carlosandneto@hotmail.com)

Licença: CC BY-NC

Copyright: Centro de Investigação em Ciências Geológicas Aplicadas

Conflitos de interesses:

O autor declara que não há conflitos de interesses

**Resumo:** A primeira Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica recomendou a transformação do Ilhéu dos Pássaros em Reserva Natural Integral, esta ilha, a linha de costa, a península do Mussulo e a respectiva baía, são áreas dinâmicas com processos agravados pela crescente ocupação humana. A convenção internacional das Zonas Húmidas (Convenção de RAMSAR), recomenda medidas para prevenir a perda de água em áreas marítimas com profundidades de até seis metros. Por falta de informação actualizada sobre o impacto, gravidade e extensão de zonas afectadas, foram recolhidos mapas e série históricas de imagens de satélites, foi realizada a avaliação geoespacial com os programas QuantumGIS e AutocadLandaSurveyCivil3D. Verificou-se um aumento da área das ilhas, uma redução da área da baía e da sua profundidade. Verificou-se o surgimento de novas ilhas e o avanço da linha da costa, acompanhada de construções que perigam o ambiente, as populações e as espécies. Prevê-se evolução negativa caso medidas não sejam tomadas e foi constituída uma ferramenta importante para o apoio a estudos do grau de sedimentação, a adopção da zona como área de protecção à luz da convenção de RAMSAR e prevenir a perda de áreas alagadas e mangais.

**Palavras-chave:** Península do Mussulo, Zonas Húmidas, informação geoespacial, Dinâmica da Costa, Programas computacionais

**Abstract:** The first Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, recommended the transformation of the Islet of Birds into an Integral Nature Reserve, this island, the coastline, the Mussulo peninsula and the respective bay, are dynamic areas with processes aggravated by increasing human occupation. The international Convention on Wetlands (RAMSAR Convention), recommends measures to prevent water loss in maritime areas with depths of up to six meters. Due to the lack of up-to-date information on the impact, severity and extent of affected areas, maps and historical series of satellite images were collected, geospatial evaluation was carried out with the QuantumGIS and AutocadLandaSurveyCivil3D programs. There was an increase in the area of the islands, a reduction in the area of the bay and its depth. There was the emergence of new islands and the advance of the coastline, accompanied by constructions that endanger the environment, populations and species. Negative developments are expected if measures are not taken and an important tool has been created to support studies on the degree of sedimentation, the adoption of the area as a protection area under the RAMSAR convention and to prevent the loss of wetlands and mangroves.

**Keywords:** Mussulo Peninsula, Wetlands, geospatial information; Coastal Dynamics, Computer programs

## INTRODUÇÃO

Sendo as zonas húmidas e costeiras locais com maior concentração de variedade de espécies e a produção de biomassa, são ecossistemas sensíveis, muito procuradas para a prática de várias actividades humanas e gravemente ameaçados pela poluição e urbanização (Pacheco e Silva, 2014). A forte presença humana e alterações climáticas geram pressões e conflitos, daí a necessidade de estabelecer limites e a necessária protecção definindo prioridades por meio de criação de programas de gestão que devem ser integrados, incluindo o uso sustentável dos recursos naturais presentes, principalmente no mar, nos manguezais, restingas e em outros ambientes costeiros (IBGE 2011).

A necessidade de protecção e conservação reforça-se com o facto das características das zonas húmidas e costeiras alterarem rapidamente com o tempo o que representa um importante desafio para as autoridades responsáveis pela gestão e conservação dos referidos espaços (Pacheco e Silva 2014), situação que leva os governos a investir cada vez mais em programas de gestão costeira integrada para gerir os conflitos de forma sustentável (Gianuca e Tagliani, 2012).

Para a promoção do ordenamento dos espaços marinhos e determinação de zona de conservação e preservação são necessários estudos científicos para avaliar o grau de importância tanto ecológica como biológica e a sua dinâmica natural ou resultante da intervenção humana. A sua execução inclui a recolha de informação para determinar as zonas de conflito e promover a activa participação e envolvimento de todas as partes interessadas, cartografar os usos e disponibilizando informação fiável sobre o estado do ecossistema e potenciais ameaças para apoio a sua gestão e conservação (GNC-OEM, 2019).

Angola é parte integrante da Convenção sobre as Zonas Húmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitats de Aves Aquáticas, denominada Convenção de RAMSAR, com adesão aprovada pela Assembleia Nacional em Abril de 2013, (GNCOEM, 2017). A convenção promove a conservação de zonas húmidas e de aves aquáticas, estabelecendo reservas naturais, sendo por isso alvo do presente trabalho a zona do Mussulo por apresentar características que a tornam uma potencial zona RAMSAR pois até ao momento Angola não possui áreas marinhas protegidas (AMP) (GNC-OEM, 2019).

A RAMSAR considera zonas húmidas, entre outras, as áreas de pântano ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa (ICNB, 2008) (ANCORIM, 2011). A primeira Conferência das Partes da Convenção sobre a Diversidade Biológica recomendou a transformação do ilhéu dos pássaros em Reserva Natural Integral, por sua vez o projecto piloto incluído no projecto de Ordenamento e Governança do Espaço Marinho da Convenção da Corrente de Benguela (MARISMA) propôs 7 áreas marinhas de importância ecológica e biológica que inclui o EBSAs Mussulo, Figura 1 (GNCOEM, 2017) (INE, 2018).



Figura 1: Zona piloto e áreas para conservação propostas

Fonte: António e Salvador, 2019; Neto, 2019; GNC-OEM, 2019

O grupo de coordenação para a implementação do projecto piloto de ordenamento dos espaços marinho em Angola foi constituído por representantes de várias instituições e profissionais de várias especialidades, com destaque para o engenheiro geógrafo, responsável pela elaboração da base cartográfica que serviu de apoio a análise espacial para a resolução de conflitos e assim determinar a criação de áreas protegidas e unidades de preservação a ser aplicada em todo o território, sendo por isso urgente a mudança das práticas de gerência ambiental (Oliveira et al., 2016).

Assim, o Sistema de Informação Geográfica (SIG), ferramenta crucial para a tomada de posição a qualquer nível governamental (Niu et al., 2005) são também utilizados para a análise espacial, devido a capacidade que brinda, ao cruzar informação de várias fontes e permite uma visualização directa da sobreposição das actividades sendo que várias instituições governamentais criaram na sua estrutura departamentos com atribuições para a produção, gestão e disseminação de informação geoespacial e outros estão envidando esforços para a sua criação e manutenção devido a importância que representam para o apoio as suas actividades.

Os estudos relacionados com a análise e resolução de problemas ambientais e da evolução da dinâmica dos espaços, são impulsionados com o desenvolvimento e utilização das geotecnologias cuja disseminação torna-se cada vez mais facilitada devido ao baixo custo dos computadores, a produção e disseminação de softwares livres preparados e orientadas a resolução de vários problemas e análises bioestatísticas e geográficas de forma eficiente para o apoio na tomada de decisão (Braz et al., 2013).

As geotecnologias são utilizadas em várias áreas, incluindo as mais sensíveis como a gestão marítima e costeira, para a gestão de enorme quantidade de dados gerados, sendo definidoras de procedimentos para a construção de modelos do mundo real com base em dados geográficos, com precisão na sua localização e mensurável. Para a realização de estudos de impacto ambiental ou para a determinação das necessidades de conservação, é necessário estabelecer uma base de dados aplicável a todos os sistemas de informação geográfica disponíveis no país, assim como contar com software adequado para a

gestão de toda a informação e disponibilização em base cartográfica (Núñez, 2006).

A base cartográfica resultante e baseada em modelos vectoriais actualmente apresentada em suporte digital tem a capacidade de processar arquivos disponibilizados em vários formatos e existe um conjunto de localidades com altos níveis de marginalização potencialmente vulneráveis a riscos ambientais extremos ou a eventos derivados da dinâmica terrestre, como os erosivos de inundações e sedimentação ou mesmo de riscos químicos, resultantes da actividade humana que agravam a vulnerabilidade de vários locais com a ocorrência de situações de emergência ou demanda que exceda a capacidade de actuação (Martinez-Piedra et al., 2001).

A falta de recursos financeiros e humanos é um problema que dificulta a execução de medidas de protecção, daí a necessidade de recorrer a soluções locais que permitam reduzir custos e adopção de práticas locais com reconhecimento internacional sendo relevantes contribuições das geotecnologias para o entendimento sobre determinada realidade que se deseja estudar e assim obter-se uma compreensão fundamentada em conhecimentos científicos desenvolvidos ao longo do tempo (Lira et al., 2017). Para a gestão de informações, o desenvolvimento das geotecnologias associadas revolucionou a área de análise espacial, sendo estes aplicados em diversas áreas do conhecimento, entre elas a gestão costeira.

Com a disponibilidade de profissionais da área de engenharia geográfica verifica-se que instituições públicas já utilizam geotecnologias para a execução e apresentação dos resultados dos seus trabalhos (INE, 2018), embora ainda se verifica no meio público falta de informação adequada sobre a importância das geotecnologias e da engenharia geográfica, a especialidade que mais impulsiona e aplica no dia-a-dia as referidas tecnologias e atender a necessidade crescente de base cartográfica adequada as necessidades de outros profissionais e de acordo com as suas especificidades, para a gestão ou execução de projectos e sua implementação.

## ZONA DE ESTUDO

Entre os países da CPLP signatários da convenção RAMSAR o Brasil é o país com maior área coberta, conta com 6434086 ha em 7 áreas, seguida de Moçambique com uma única área de 668000 ha e Portugal com 73874 ha distribuída por 17 áreas, enquanto a Guiné Bissau com uma única área e Cabo Verde que tem 3 áreas não indicam a extensão da área total de cobertura, entre estes países Angola não tem nenhuma área (ICNB, 2008), por isso é importante a realização de trabalhos para a localização de sítios que possam ser indicadas como zonas húmidas a luz da convenção RAMSAR.

Assim o Mussulo que alberga o ilhéu dos pássaros já recomendado pela primeira Conferência das Partes da Convenção sobre a Diversidade Biológica para Reserva Natural Integral é a zona escolhida para a realização do presente trabalho, por ter características que lhe permitem tornar numa zona húmida à luz da convenção internacional das zonas húmidas ou simplesmente convenção de RAMSAR.

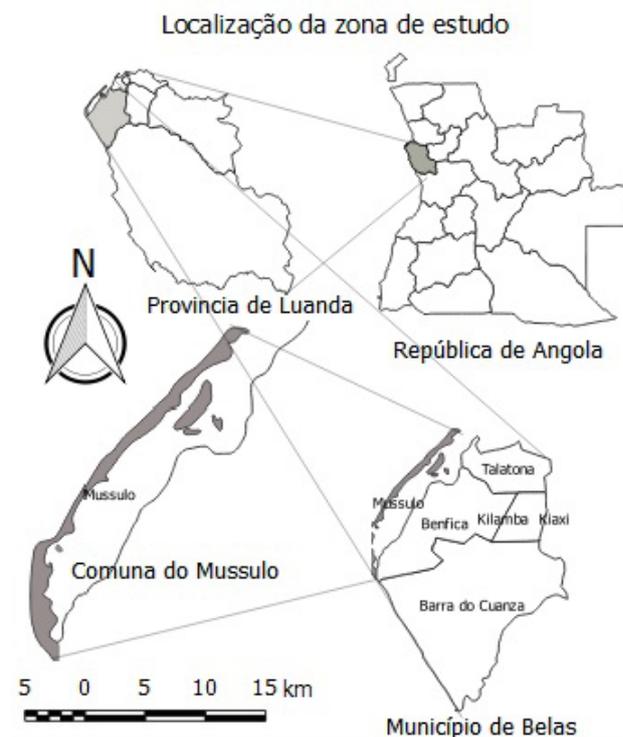


Figura 2: Localização da zona de estudo

A denominação península do Mussulo aparece no mapa topográfico a escala 1/100000 publicada pelo Instituto de Geodesia e Cartografia de Angola IGCA, actual Instituto Geográfico e Cadastral de Angola, edição de 1981, ou simplesmente Mussulo, localiza-se a sudoeste província de Luanda. O Diário da Republica, I SÉRIE — N.º 75 — DE 21 DE ABRIL DE 2011 ARTIGO 2.º, considera o município de Belas, para efeitos da divisão administrativa que o mesmo inclui a península do Mussulo e ilhéus adjacentes ( figura 2), de recordar que o Mussulo delimita-se no sentido Norte - sul pelos paralelos  $8^{\circ}51'36''S$  e  $9^{\circ}8'27''S$  e no sentido Este - Oeste pelos meridianos  $12^{\circ}59'06''E$  e  $13^{\circ}09'54''E$ .

Para permitir uma melhor avaliação a área foi delimitada pelo contorno da ilha do Mussulo, desde a sua intersecção a sul do contorno da península do Mussulo com o meridiano  $13^{\circ}00'50''E$ , seguindo para norte ao longo do referido meridiano até a intersecção com o contorno da linha de costa da península contornando-a completamente até ao ponto de partida.

A baía do Mussulo foi delimitada a partir da intersecção do seu contorno ao longo da linha de costa em terra com o paralelo  $8^{\circ}51'36''S$ , a norte da baía, seguindo a oeste ao longo do referido paralelo até a intersecção do contorno da baía, na costa leste da península do Mussulo, seguindo ao longo da linha de costa leste da península do Mussulo, até a sua intersecção a sul com a linha de costa junto a terra, seguindo para norte com a linha de costa até a sua intersecção com o paralelo  $8^{\circ}51'36''S$ , ver Figura 2.

Assim, ficou incluída no estudo a península do Mussulo, a baía do Mussulo e as ilhas que dela fazem parte nomeadamente a ilha da Cazanga, a ilha dos pássaros, a ilha do desterro e a ilha da Quissanga. As ilhas mencionadas são aquelas que estão permanentemente na baía ao longo do período de análise, por isso, para o período de 1981 foram consideradas duas ilhas junto a ilha da Cazanga e a ilha do Sumbo que já não aparecem em 2005, para 20015 e 2020 foram medidas duas ilhas novas cujos resultados foram usados para determinar a área alagada.

De acordo com o n.º 3 do Artº 4º da Lei n.º 29/11 de 1 de Setembro, o município de Luanda coincide com a cidade de Luanda. Trata-se da terceira maior cidade lusófona, depois das cidades brasileiras de São Paulo e Rio Janeiro. Segundo a projecção anual da população total para 2013 do Instituto Nacional de Estatística (INE), a província conta com 5 278 775 de habitantes, correspondente a uma densidade populacional de 280,4 habitantes por Km<sup>2</sup>.

Desaguam na baía vários canais principalmente da bacia hidrográfica da ribeira da Samba totalmente localizada no actual município de Belas e nos municípios de Kilamba Kiayi e Viana, tendo também afluentes nos municípios do Cazanga, Maianga e Rangel. A rede de drenagem da bacia da Samba compõe um território com uma área de 276,765 km<sup>2</sup> (Garcia, 2013), que representa um volume considerável de água durante quase todo o ano reduzindo-se nos meses de Junho, Julho e Agosto que são os períodos secos.

A precipitação anual média é de 323 milímetros, mas a sua variabilidade está entre as mais altas do mundo, com um coeficiente superior a 40% (GPL, 2014). Tendo em conta a área coberta pelas redes hidrográficas que desaguam na baía do Mussulo e a média anual de precipitação, se pode inferir o volume de sedimentos que chegam a baía e a influência que tem na dinâmica das características das ilhas e da profundidade que se verifica na zona, Considerando a época habitual de chuvas nos meses de Março e Abril (GPL, 2014), neste período aumenta o volume de água que chega a baía e consequentemente o volume de sedimentos e de resíduos, afectando a forma, a dinâmica e as condições ambientais da mesma.

A vegetação da zona é composta por mangais e restingas nas ilhas e vegetação rasteira e algumas árvores ao longo da costa. De acordo com a classificação de koppen, o clima é quente e húmido com três meses secos.

As características e formas da zona do Mussulo, tal como a costa de Luanda, resultam da influência da corrente fria de Benguela, a sedimentação provocada principalmente pelo rio Kwanza e vários canais afluentes, além dos resultantes da erosão pluvial, agravadas pela intervenção humana (Neto 2019), originando uma agradável paisagem natural e com praias que convidam

aos turistas e banhistas a um apetecível mergulho ou banho de areia.

Na zona de estudo encontra-se o Ilhéu dos Pássaros ou Laguna de Luanda (Baía do Mussulo) que de acordo com (INE 2018) é uma área protegida que necessita de avaliação constante para determinar a perda de biodiversidade assim como a evolução da área ocupada por mangais, a qualidade da água e o nível de sedimentação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a produção de informação geoespacial com vista a dispor de base cartográfica adequada para avaliação da evolução dinâmica da península do Mussulo e baías adjacentes da área ocupada actualmente pela água e a terra foram recolhidas informações sobre mapas antigos da área publicadas pelo IGCA e imagens de satélite. Além demais foi realizada revisão bibliográfica e análise da legislação considerando a experiência do autor com a participação no projecto de ordenamento do espaço marinho em Angola, no âmbito do projecto MARISMA. Este projecto é parte integrante da convenção da corrente fria de Benguela assinada entre os governos de Angola, África do Sul e Namíbia, com objectivo de estabelecer áreas de conservação ou área marinhas de importância ecológica e biológica.

Na primeira etapa da realização do trabalho foram realizadas visitas de campo para a avaliação visual dos aspectos gerais da paisagem, as actividades que se realizam no local, o surgimento de construções e redução da área com vegetação. Foi também avaliado o processo de erosão e a consequente aceleração com o surgimento das ravinas resultantes de processos de erosão pluvial assim como a evolução da linha da costa e trabalhos de dragagem que suscitou a avaliação da coloração da água e sua turbidez.

Para a avaliação espacial da situação existente na época da publicação, foram recolhidos mapas antigos da zona sendo por isso encontrados mapas publicados pelo IGCA assim como imagens da zona que ajudariam a verificar a evolução da linha da costa primeiramente e das próprias ilhas. Devido ao longo período sem actualização dos mapas, recorreu-se a série históricas de imagens de satélite com vista a complementar a avaliação de evolução principalmente da configuração da baía, das ilhas, assim como da linha da costa inicialmente.

Inicialmente foi priorizado o uso de mapas de maior escala e verificou-se que os mapas à escala 1: 2000 são os de maior escala publicadas pelo IGCA (Instituto Geográfico e Cadastral de Angola) mas a sua cobertura não permite a sua utilização na zona assim como os mapas à escala 1: 5000. Assim foram utilizados os mapas à escala 1:100 000 (figura 3), que cobrem a área de trabalho publicados em épocas diferentes. Os referidos mapas foram obtidos em formato digital e já georreferenciados no sistema Camacupa.



**Figura 3:** Folhas 89 e 107 do Mapa Topográfico com a área para época 1981

Para que a informação pudesse ser comparada foram introduzidos os parâmetros de transformação obtidos pelo CID-DEMA no âmbito do projecto para a extensão da plataforma continental para além da 200 milhas, obtido durante a execução do projecto fiscalizado pelo IGCA e pela Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto.

Assim, as coordenadas e toda a informação cartográfica recolhida e utilizada, tanto mapas, como imagens de satélite, foram referidos ao sistema WGS 84 e projeção UTM S33, tendo sido avaliada a coincidência de vários pontos notáveis previamente seleccionados utilizando o programa QuatunGis e posteriormente a partir dos mesmos suportes cartográficos foram realizados os processos de vectorização utilizando o programa AutocadLandaSurveyCivil3d.

Foram criados ficheiros no formato DXF de toda a informação vectorizada e foram determinadas as áreas tanto das ilhas e da península do Mussulo assim como a área coberta pela baía e zona coberta por mar. Todas as áreas foram determinadas para cada época para as imagens de satélite e para a época do mapa.

As áreas foram medidas a partir da vectorização sobre imagens de satélite, para ilhéus e seus contornos. Quanto a ilha do Mussulo, os seus limites foram determinados pelo seu contorno até a intersecção com o meridiano 13°00'50"E e incluindo o troço do referido meridiano e intersecção com o contorno, para a baía toda foi vectorizado todo o contorno da costa desde a sua intersecção com paralelo 8°51'36"S, ao longo de toda a costa e contorno da baía até ao paralelo 8°51'36"S e finalmente até ao ponto de partida.

O processo foi repetido para o mapa topográfico de 1981 e para as imagens de 2001, 2005, 2010, 2015 e 2020 cujos resultados se podem ver nas figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8, onde se apresentam as imagens para cada época referida e foram inseridos no programa AutocadLandaSurveyCivil3d para a determinação das áreas primeiro da ilha do Mussulo e depois da baía e de cada ilhéu, sendo depois deduzida a área alagada ou seja área coberta por água que resultou da diferença entre a área da baía e a dos ilhéus contidos pela baía.

Foram medidas as áreas da península do Mussulo, da baía do Mussulo e das ilhas que dela fazem parte nomeadamente a ilha da Cazanga, a ilha dos pássaros, a ilha do desterro e a ilha da Quissanga. As ilhas mencionadas são aquelas que estão permanentemente na baía ao longo do período de análise, por isso, para o período de 1981 foram medidas também duas ilhas junto a ilha da Cazanga e a ilha do Sumbo que já não apareceu nas imagens desde 2005. Em 2015 e 2020 foram medidas duas ilhas novas cujos resultados foram usados para determinar a área alagada.

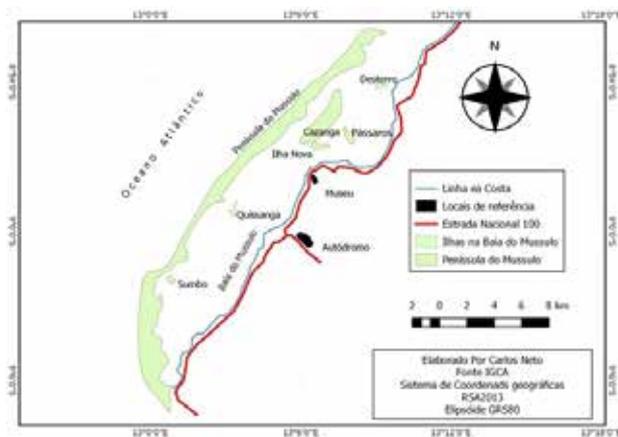
As áreas obtidas e as respectivas épocas foram transferidas para o programa Excel onde foram criadas tabelas com dados das áreas e épocas e foi calculada a área alagada resultante da diferença entre a área da baía e de todas as ilhas existentes para cada época de análise. Foram estabelecidas correlações para determinar a dinâmica das áreas para cada época e obter equações de correlação utilizadas para a previsão da evolução futura da zona alagada considerando as mesmas condições de avaliação.

A informação obtida permitiu também, realizar uma avaliação visual do entorno da área da bacia hidrográfica que contribuiu para a chegada de sedimentos e possível foco de contaminação e sedimentação da baía, assim como a evolução da linha da costa e das ilhas com destaque o surgimento da novas ilhas cujas dimensões também foram avaliadas.

## RESULTADOS

Com a avaliação in situ foi possível verificar que a zona continua a sofrer uma dinâmica assinalável com surgimento de novas construções, actividade económica e turística principalmente na zona do museu da escravatura, com isso a zona continua a perder vegetação nativa e a perda dessa vegetação faz com que se agrave o processo de erosão e se alterem as condições ambientais na zona. Além disso, verifica-se o aumento de resíduos sólidos e a coloração da água que indica sedimentação em vários pontos das zonas, algumas com grandes profundidades e outras mais reduzidas.

Verificam-se várias zonas com projectos de loteamento implementados cujos contornos das marcas efectuadas no terreno são visíveis nas imagens, principalmente na entrada do Mussulo, junto as Palmeirinhas e na zona das salinas na mesma área, verifica-se também perda de águas no saco dos flamengos, outros projectos de loteamento verificam-se na zona do autódromo e morro dos veados.



**Figura 4:** Península do Mussulo sua baía e ilhas antigas e novas

Foram adquiridos mapas topográficos a escala 1/100 000 que foram utilizados no trabalho sendo que os mapas topográficos de maior escala disponíveis para Luanda 1/2000 e 1/5000 não cobrem toda a zona de trabalho. Assim da avaliação dos mapas adquiridos verifica-se uma pequena parte junto ao Ilhéu dos pássaros com mangais e a profundidade não ultrapassa os 9 metros nas zonas mais profundas enquanto que entre cada uma das ilhas as profundidades não excedem os 6 metros. Entre a ponta do Mussulo a norte verifica-se que a profundidade não passa de 27 metros na época da produção dos mapas analisados.

Tendo em conta as profundidades verificadas é necessário a realização de trabalhos de batimetria para avaliar as profundidades e verificar o nível de sedimentação da zona, assim como, as áreas medidas in situ, com métodos clássicos ou fotogramétricos de levantamento. De recordar que com a possibilidade de tornar a zona uma área de protecção é possível com as profundidades medidas verificar se a zona cumpre com os requisitos para área RAMSAR, embora algumas zonas indiquem claramente que têm profundidades até aos 6 metros.



**Figura 5:** Imagens de satélite e a vectorização das áreas avaliadas para 2001 e 2005

Da ilha da Quissanga para sul a cota de profundidade máxima é de 15 metros que vai reduzindo tanto para a costa como para península do Mussulo e para sul e norte até a ilha da Quissanga, sendo que a linha isobatimétrica de 10 metros praticamente descreve uma zona central fora da qual não há profundidades acima de 7 metros e em muitos lugares a batimetria de 1 e 2

metros está muito próxima da referida curva o que indica pendentes acentuadas e cobrem a maior parte da área.



**Figura 6:** Imagens de satélite e a vectorização das áreas avaliadas para 2010 e 2015

Desde a ilha da Quissanga seguindo a norte até a ilha do desterro não há cotas acima de 6 metros excepto em apenas um ponto a norte do marco morro da cruz junto a costa que indica uma depressão dada a proximidade da costa. Seria um ponto importante a para avaliar dada a actividade que se realiza na costa com a construção de um condomínio e o consequente movimento de terras, assim como a pendente que facilita o transporte de sedimento por erosão pluvial. Da avaliação da profundidade notam-se canais definidos por profundidade acentuada, o alto grau de sedimentação é visível na zona e na figura 7, confirmando a coloração da água verificada na avaliação visual.



**Figura 7:** Imagens de satélite e a vectorização das áreas avaliadas para 2020

Da costa em terra até ponta do Mussulo verifica-se uma distancia de 1.9 km com a batimetria de 20 metros à 1km a profundidade é de 27 metros, à 1.5 km para a batimétrica de 20 à 1.7 km para a batimétrica de 10. Em todas as ilhas verificam-se matas esparsas e faixas estreitas de arbustos, matas novas e mangais. Na costa também verificam-se alguns mangais, arbustos e algumas árvores, dominadas principalmente por imbondeiros, observou-se também muitas construções e edifícios junto a costa.

Foram recolhidas imagens de satélite de 2001, 2005, 2010, 2015, 2020 e da avaliação visual das imagens nota-se que

a vegetação na zona é escassa e a sedimentação é evidente, a julgar pela diferença de cores na parte coberta pela água, onde se pode notar as zonas sedimentadas mais amareladas e as zonas azul escuras mais canalizadas que correspondem a zonas de maior profundidade confirmadas também, pela batimetria apresentada no mapa utilizado.

Foram avaliadas as áreas das ilhas e verifica-se uma evolução no aumento das áreas da península do Mussulo, da ilha da Cazanga e do ilhéu dos pássaros, uma redução das áreas da ilha do desterro, da zona alargada na baía e da área total da baía, enquanto a ilha da Quissanga diminuiu desde 2001 até 2005, desde 2005 vai aumentando a sua área com tendência a ligação com a península do Mussulo como aconteceu com a ilha do Sumbo.



**Figura 8:** Surgimento e evolução crescente de novas ilhas na baía Mussulo desde 2005

Os primeiros indícios notados nas imagens de 2010, figura 6 e 8, provavelmente com a redução da profundidade sendo notável nas imagens de 2020, figura 7 e 8, onde se verifica que a soma das áreas das ilhas novas é um pouco menor que as das ilhas do desterro que apresenta uma redução contínua (figura 5) e da Quissanga que neste momento registam um aumento depois de uma redução entre 1981 e 2005 (figura 5) com um aumento de área desde 2005 até ao momento actual, contrariamente, as ilhas novas que aumentam rapidamente as suas áreas (tabela 1), prevendo-se que ultrapassem as áreas das referidas ilhas nos próximos anos, caso o ritmo se mantenha.

A área da baía tende a diminuir rapidamente com o surgimento de duas novas ilhas cujas áreas aumentam, como se pode ver na figura 8 e nos resultados apresentados na tabela 1. De recordar que desde 2015 até ao momento as ilhas novas registam um aumento de 59%, esta evolução pode agravar a diminuição da área alagada o que representa um perigo para a zona e para as espécies.

A península do Mussulo apresenta em 2020 um comprimento de 34085.99 km, medido ao longo do seu eixo central desde o meridiano 13°00'50"E até a ponta do Mussulo no paralelo 8°51'36"S, e uma área de 3720.31 hectares, medidos desde a intersecção com o meridiano 13°00'50"E até a ponta do Mussulo no paralelo 8°51'36"S. A área total das ilhas em 2020 é de 792.59 hectares e a parte da baía ocupada pela água desde o saco dos flamingos a sul até ao paralelo 8°51'36"S é de 12459.72 hectares. Assim a zona de estudo cobre uma área de 16180.05 hectares, todos os resultados estão incluídos na tabela 1.

Nas zonas sedimentadas se podem notar como novidade o surgimento de novas ilhas cuja avaliação da dinâmica pode ser verificada desde 2005 nas imagens da figura 8, em que, apesar da sedimentação ser já visível a sul da ilha da Cazanga, tornam-se evidentes apenas nas imagens de 2010, onde se pode ver, o surgimento de uma nova ilha como uma mancha branca (figura 8) com a área de 2.57 ha e em 2015 a mesma área subiu para 10.14 ha, assim como a sua forma que se tornou evidente e em 2020 a sua área subiu para 16.16 ha que comparada com as ilhas antigas, há uma diferença de - 4.84 ha com ilha da Quissanga e - 0,72 ha, com a ilha do Desterro.

Torna-se, assim, necessária a denominação das referidas ilhas dada a existência de ilhas cujos nomes não são oficiais. Nas imagens de 2020 já se podem ver áreas imersa com 16.157 hectares que já deveria merecer atenção das autoridades pois torna-se iminente a ocupação deste espaço com residências com o conseqüente perigo que isso pode representar para a zona e para os ocupantes.

Em vários pontos verificam-se varias áreas conquistadas pelo mar devido a trabalhos de dragagem e da sedimentação natural como acontece a oeste da ilha da Cazanga torna-se visível na imagem da figura 5, reforça-se na imagem de 2010, figura 6 e 8, na mesma já aparece a ilha nova tornando-se visível a mancha branca que contribui em parte para a redução da área alagada.

Na figura 9, pode-se ver a evolução da ilha do desterro e Quissanga, com redução contínua da área da primeira desde 1981 sendo a Ilha mais dinâmica a da Quissanga que como aconteceu com a ilha do Sumbo, tem a tendência de juntar-se a península do Mussulo. A ilha da Quissanga em parte vai perdendo areias para a península mas vai aumentando a sua área com a zona já sedimentada a oeste com tendência para a referida ligação a península, ela inicialmente apresenta uma redução na sua área até 2005

**Tabela 1.** Resultados da avaliação das áreas obtidas por época.

Data	Península	Baía	Desterro	Pássaros	Cazanga	Quissanga	Ilhas Novas	Total Ilhas	Zona alagada
<b>Área em hectares</b>									
1981	3187.63	13367.16	19.56	36.95	479.52	21.137	0.000	557.17	12809.99
2001	3326.98	13219.05	18.54	38.39	645.10	14.945	0.000	716.99	12502.06
2005	3504.82	13129.12	17.63	40.01	629.34	14.138	0.000	701.12	12427.99
2010	3549.89	13015.62	17.43	41.24	643.58	16.740	2.57	721.57	12294.06
2015	3585.64	12782.15	17.40	42.19	669.78	19.469	10.14	758.99	12023.16
2020	3720.32	12459.72	16.88	44.70	693.85	20.997	16.16	792.59	11667.14

altura em que começa a inversão tendo crescido a sua área até ao momento como acontece com as ilhas da Cazanga e o ilhéu dos pássaros (figura 10), ao passo que a ilha do desterro continua a reduzir a sua área (figura 9).



Figura 9: Evolução das áreas da área da ilha de desterro e da ilha da Quissanga

Na figura 11, apresenta-se a evolução das áreas da península e baía do Mussulo incluindo as ilhas que contém, onde a península aumenta crescentemente a sua área enquanto diminui constantemente a área da baía, o que indica constante sedimentação e avanço da linha de costa, uma dinâmica preocupante para a zona alagada, pois há risco de desaparecimento da referida zona.

Na figura 12, verifica-se que área coberta pela água na baía do Mussulo ou Zona alagada, também reduz-se constantemente o que se pode confirmar tanto pelo aumento da área das ilhas que contém e com o avanço da linha de costa, aqui

pode-se verificar uma redução considerável que com a avaliação feita apresenta uma variação linear que se correlaciona muito bem, com cada uma das épocas, o que indica que há uma perda de zona alagada que é preocupante dada a importância da água para a subsistência das espécies e da conservação do lugar.

Com a correlação realizada foram obtidas equações para a evolução de cada ilha e a península e baía do Mussulo, tendo sido utilizada uma para a obtenção do gráfico apresentado na figura 13 verificando-se que há uma tendência para a redução da área coberta por água que desde 1981 até 2020 alcançou os 7 % e poderá chegar a

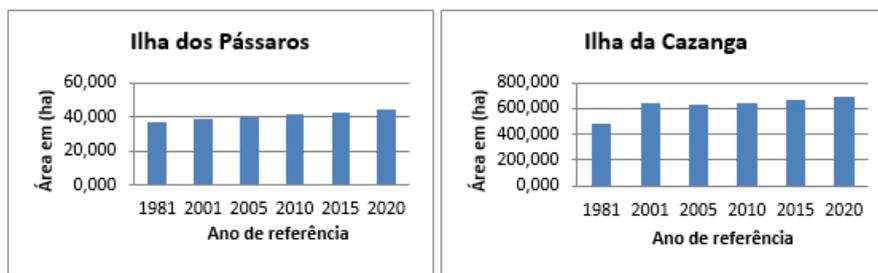


Figura 10: Evolução das áreas do ilhéu dos Pássaros e ilhas da Cazanga.

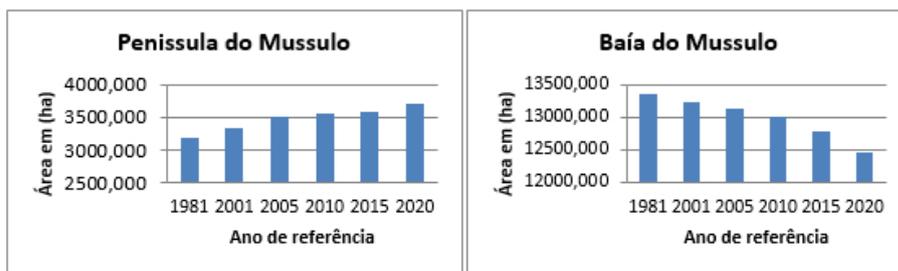


Figura 11: Evolução das áreas da Península e Baía incluindo as ilhas existentes.



Figura 12: Evolução da área coberta pela água na Baía do Mussulo ou Zona alagada.

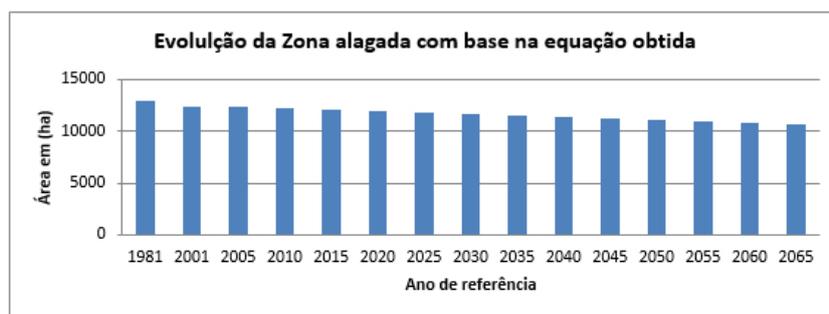


Figura 13: Evolução da área da zona alagada com base na equação obtida.

15% em 2065, caso medidas não sejam tomadas para a inversão da situação.

De uma forma geral foi possível avaliar a situação na zona com o aparecimento de construções e áreas com projectos de loteamento em curso, possível redução de profundidades a julgar pela coloração da água e o surgimento de novas ilhas, além de verificar-se que com excepção da ilha do desterro que reduz a sua área, todas as ilhas aumentam as suas áreas, incluindo a ilha do Mussulo, mas há uma redução da baía de uma forma e mais acentuada da zona ocupada pela água.

## DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Angola não possui actualmente zona marítima ou costeira de protecção, a luz das convenções internacionais apesar de ser signatária de varias delas, incluindo africanas e de haver legislação local relacionada com o tema. Passos são dados com a implementação de um projecto que identificou áreas com potencial para conservação mas há necessidade de estudos para a criação de condições para a sua efectivação pois é necessária criação de zonas de conservação no espaço marítimos e costeiro e zonas húmidas, para regular as actividades, sendo para tal necessário que se realizem estudos para determinar o estado actual, avaliar os conflitos e adoptar medidas para o uso partilhado e sustentável dos espaços e para tal a contribuição das geotecnologias é indispensável pois a mesma produz informações que facilitam a análise espacial e brindam apoio inestimável a tomada de decisão.

Da avaliação realizada verifica-se que a zona do Mussulo representa uma área com potencial para ser uma zona húmida à luz da convenção RAMSAR dada a sua belíssima paisagem e baixas profundidades além da biodiversidade que alberga e a pressão que sobre ela recai resultantes das acções humanas e naturais, assim, realça-se o papel da engenharia geográfica na recolha de informação de base para a avaliação espacial com base tanto em imagens de satélite como bases cartográficas existentes assim como a realização de trabalho de campo para a realização de levantamentos.

Foram determinadas as áreas da península do Mussulo e das ilhas da Cazanga, Quissanga, Desterro e ilhéu dos

pássaros além das ilhas antigas e novas, para as épocas de 1981, 2001, 2005, 2010, 2015 e 2020, usando mapas topográficos e imagens de satélite, verificando-se uma evolução com aumento das áreas da península do Mussulo, da ilha da Cazanga e do ilhéu dos pássaros, uma redução das áreas da ilha do desterro, da zona alagada na baía e da área total da baía, enquanto a ilha da Quissanga diminuiu desde 2001 até 2005 época em que vai aumentando a área com tendência a ligação com a península do Mussulo como aconteceu com a ilha do Sumbo.

A partir da metodologia utilizada foram obtidos coeficientes de correlação para todas as áreas avaliadas entre a época e a sua superfície cujos resultados foram utilizados para a obtenção de equações que permitiu verificar que a área alagada reduziu-se continuamente a um ritmo de 1.3% para cada 5 anos e desde 1981 a área da baía reduziu-se em cerca de 7%, com a previsão de alcançar os 15% em 2065.

A informação obtida permitiu também, realizar uma avaliação visual do entorno da área da bacia hidrográfica que contribui para a chegada de sedimentos e possível foco de contaminação e sedimentação da baía, assim como a evolução da linha da costa e das ilhas com destaque para o surgimento de novas ilhas cujas dimensões também foram avaliadas.

Dada a importância da zona de estudo e sua dinâmica, caso se mantenha, perder-se-á a oportunidade da criação de uma zona de protecção à luz da convenção RAMSAR devido a possibilidade que se brinda com adesão de Angola à convenção, na obtenção de recursos para a criação da zona de conservação e sua gestão.

Revela-se importante e oportuna a criação de equipas multidisciplinares para estudos de diferentes aspectos indicados pelas organizações nacionais e internacionais para a criação de uma área de conservação e a realização de estudos relacionados com a qualidade da água, a velocidade e direcção das correntes, a batimetria e grau de sedimentação, o nível de contaminação da área e da água, a cobertura de vegetação principalmente mangais, a dinâmica da costa e de toda a península do Mussulo e a atenção redobrada para as novas ilhas cuja dinâmica é assinalável.

Estudos de hidrografia e batimetria são importantes para avaliar o volume de água existente na baía e comparar com o volume de sedimentos que chegam a baía e determinar não só a possível subida ou descida do nível de água assim como a capacidade da baía de absorver este volume e avaliar a possibilidade de perda de zonas alagadas e a busca de recursos para mitigar este efeito.

A realização de estudos multidisciplinares para avaliação das bacias hidrográficas que contribuem para a sedimentação da baía e a criação de condições para trabalhar rapidamente na criação da primeira zona húmida no Mussulo à luz da Convenção RAMSAR, aproveitando a experiência dos países da CPLP que já possuem mais de 7175960 hectares de áreas de conservação espalhadas por todos os países e a sua protecção, sendo que a cooperação é benéfica para assimilar e aprofundar conhecimentos sobre a matéria.

## CONCLUSÕES

Mesmo sendo signatária de várias convenções internacionais, dispor de legislação relacionada e implementar um projecto-piloto, Angola não possui zona marítima ou costeira protegida e o Mussulo é um potencial candidato dada a sua belíssima paisagem, baixas profundidades, a biodiversidade que alberga e a pressão resultante da acção humanas e natural.

A batimetria produzida com instrumentos de engenharia geográfica e as geotecnologias produzem informações que brindam um apoio inestimável na avaliação espacial e na decisão para a criação de zonas marítima ou costeira protegidas, e permitiu avaliar a evolução da linha da costa e das ilhas com destaque para o surgimento de novas ilhas cujas dimensões também foram avaliadas.

As áreas da península do Mussulo, a baía e as ilhas nelas contidas aumentam as suas áreas desde 1981 com tendência da ilha da Quissanga a ligar com a península do Mussulo como aconteceu com a ilha do Sumbo, verificou-se o surgimento de ilhas novas e avanço da linha da costa para o mar cujas terras resultantes são ocupadas por residências.

Foram obtidos coeficientes de correlação para todas as áreas avaliadas entre a época e a sua superfície que permitiram a obtenção de equações e verificar que há uma redução contínua da área alagada desde 1981 com a previsão de agravar caso medidas não sejam tomadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Álvares, Maria Lúcia Politano, Helena Spinelli Álvares Diego Álvares, Luiz Roberto Santos Moraes, and Maria Elisabete Pereira dos Santos. "Delimitação das Bacias Hidrográficas e de Drenagem Natural da Cidade de Salvador." *RIGS - revista interdisciplinar de gestão social*, 2012: jan./abr. 2012 ISSN: 2316-8196

v.1 n.1 p. 107-129 [www.rigs.ufba.br](http://www.rigs.ufba.br).

- [2] António, Anderson Cruz; Salvador, Isabel Elisandra Pimentel "Produção de informação geoespacial para ordenamento do espaço marinho." *Departamento de engenharia geográfica da Faculdade de Ciências, Trabalho de fim de curso para a obtenção de grau de licenciado em Engenharia Geográfica*, 2019. Não publicado.
- [3] ANCORIM. "Tomada de Decisão e Riscos Costeiros: Guia de Boas Práticas." *Rede Atlântica para a Gestão dos Riscos Costeiros*, 2011: <http://ancorim.Aquitània.fr>.
- [4] Braz, Denise Monte, et al. "Restinga de Praia das Neves, ES, Brasil: caracterização fitofisionômica, florística e conservação." *Biota Neotropica, Print version ISSN 1678-6424 On-line version ISSN 1676-0611*, vol.13 no.3 Campinas July/Sept., 2013.
- [5] Garcia, Luzolo João Sebastião. "Modificações recentes no uso do solo e na dinâmica fluvial em Luanda: a bacia hidrográfica da ribeira da Samba." 2º Ciclo de estudos em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, Faculdade de Letras, Universidade do Porto, 2013: Dissertação de mestrado.
- [6] Gianuca, Kahum S., and Carlos Roney A. Tagliani. "Análise em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) das alterações na paisagem em ambientes adjacentes a plantios de pinus no Distrito do Estreito, município de São José do Norte, Brasil." *Revista de Gestão Costeira Integrada, versão On-line ISSN 1646-8872*, 2012.
- [7] GNC-OEM, Grupo Nacional de Coordenação para o Ordenamento do Espaço Marinho. "Proposta Preliminar do Plano de Ordenamento do Espaço Marinho em Angola: Área Piloto Palmeirinhas – Foz do Rio Tapado." 2019.
- [8] GNCOEM, Grupo Nacional de Coordenação para o Ordenamento do Espaço Marinho. "Relatório preliminar do Ordenamento do Espaço Marinho (OEM) em Angola área experimental Palmeirinhas – Tapado 2017." Luanda, 2017.
- [9] GPL, Governo da Província de Luanda -. *Plano de Desenvolvimento Provincial 2013/2017*. Luanda: Setembro, 2014.
- [10] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil. 176p *Convênio: IBGE e a Comissão Interministerial para Recursos do Mar*. ISBN 978-85-240-4219-5, Rio de Janeiro :: *Diretoria de Geociências*. , 2011.
- [11] ICNB, o Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade. *Formação e implementação de metodologias para a conservação da biodiversidade e gestão de áreas protegidas. Projecto (Pr24/LB/07) para a Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) submetida pelo Governo de Portugal RELATÓRIO FINAL*, 2008.
- [12] INE, Instituto Nacional de Estatística. "Objectivos de Desenvolvimento Sustentável Relatório de Indicadores de Linha de Base Agenda 2030." 2018.
- [13] Lira, Danilo José da Silva, Flavio Augusto de

Lima Sá de Moraes Lopes, and Dinameres Aparecida Antunes. "Análise do índice de vegetação por diferença normalizada (ndvi) nos anos de 1996 e 2016 do parque nacional das nascentes do rio parnaíba." XIII Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura - CONEA . Teresina-PI, 01 a 03 de junho, 2017.

- [14] Martínez-Piedra, Ramon, Manuel Vidaurre, Patricia Najera-Aguilar, and Enrique Loyola. "SIGEpi: geographic information system in epidemiology and public health." *Boletim Epidemiológico / OPS*, Vol. 22, No. 3, 2001.
- [15] Neto, Carlos Andrade. "Avaliação das características da zona costeira da Samba a partir de informação geoespacial e previsão da sua evolução futura." IX Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas dos Países de Expressão Portuguesa. Instituto Superior Técnico, de 14 a 16 de maio, 2019.
- [16] Niu, Xutong, Ruijin Man, Tarig Ali, and Rongxing Li. "iINTEGRATION OF MOBILE gis AND wireless technology for coastal management and decision-maker." *photogrametric engineering and remote sensing*, Number 4, Volume 71, April, 2005.
- [17] Núñez, Héctor Manuel Fernández. "SIG-ESAC: Sistema de Información Geográfica para la gestión de la estadística de salud de Cuba." *Revista*

*Cubana de Higiene y Epidemiología versión On-line* ISSN 1561-3003\_ v.44 n.3 Ciudad de la Habana sep.-dic., 2006.

- [18] Oliveira, Miguel André Fouto Pinho de, Sistemas de vigilância epidemiológica e informação geográfica O sistema de apoio a emergências em saúde pública da Direcção-Geral da Saúde. *Dissertação de mestrado, Lisboa Portugal: Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação Universidade Nova de Lisboa, 2008.*
- [19] Oliveira, Ulisses Costa de, Petronio Silva de Oliveira, and Carla Janaína Vasconcelos Pinheiro. "Análise da concentração de focos de calor na área de proteção ambiental (apa) da chapada do araripe nos anos de 2010 a 2015." VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental . Campina Grande/PB – 21 a 24/11/2016, 2016.
- [20] Pacheco, Dina, and Paulo Henrique Silva. *Dia Mundial Das Zonas Húmidas2009*. <http://saiaram.azores.gov.pt>, Direcção Regional do Ambiente, Governo Regional dos Açores, 2014.
- [21] Silva, José Mateus da. "Zona Costeira de Angola." VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa Participação Ativa nas Zonas Costeiras , 14 a 16 de Outubro de 2015. Aveiro Portugal, 2015.



Foto: DR