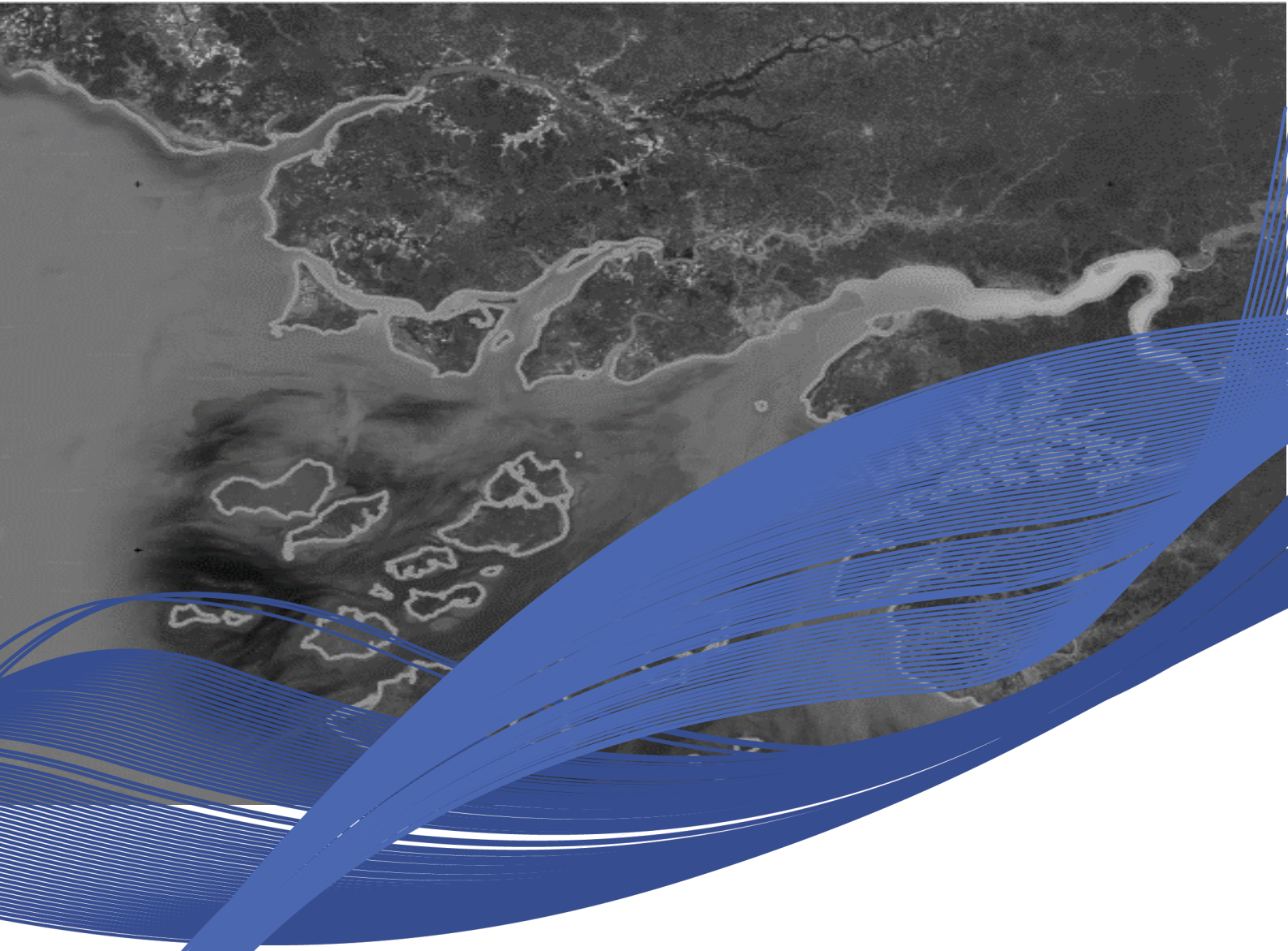


"Vulnerabilidade da zona costeira de Guiné-Bissau face aos efeitos das alterações climáticas"

Relatório Final de Projeto

2023

elittoral gesplan SISTEMA INGENIERIA

10 de Janeiro de 2024

Autores / Técnicos de campo: Claudia Urbano

Alejandro Moreno

Bruna Faria

Jacopo Scafura

Juan Bercedo Bello

Virginia Vera García

Aderito Vieira Teixeira

Coordenação: Alejandro Rueda Duran

Direção **Oscar Bergasa López**
Rafael Daranas Carballo

Revisão: 3

Data: **10/01/2024**

Índice

Justificação e objetivos **7**

Acrónimos e abreviações **8**

Visão Geral **9**

Relatório cartográfico sobre a vulnerabilidade da zona costeira de Guiné-Bissau face aos efeitos das alterações climáticas **11**

1. Contexto 11
2. Metodologia 14
3. Resultados 19

Estratégias de Mitigação dos Efeitos das Mudanças Climáticas para Zonas-Piloto nas Dez Áreas de Estudo Propostas **24**

1. Contexto 24
2. Metodologia 26
3. Resultados 30

Relatório Cartográfico sobre a Mitigação de Vulnerabilidade na Zona Costeira de Guiné-Bissau **34**

1. Contexto 34
2. Metodologia 36
3. Resultados 40

Valoração integral da implementação das medidas de adaptação e mitigação propostas **45**

1. Contexto 45
2. Metodologia 46
3. Resultados 47

Considerações Finais **68**

Índice de Figuras

Figura 1. Zonificação proposta pelo consórcio. Fonte: Consórcio. 12
Figura 2. Localização da área de estudo. Fonte: elittoral. 14
Figura 3. Malha não estruturada em domínio de interesse com resolução espacial variável. Fonte: elittoral. 15
Figura 4. Escalas de subida do nível do mar. O valor a verde representa menor valor de subida do nível médio do mar, enquanto o valor a vermelho representa maior valor. Fonte: elittoral. 16
Figura 5. Resultados para o nível do mar local obtido a partir da saída do modelo de inundação para a região costeira de Guiné-Bissau. Fonte: elittoral. 19
Figura 6. Cartografia da vulnerabilidade costeira para as dez localidades de interesse do projeto. Fonte: Consórcio. 20
Figura 7. Matriz de avaliação da redução da vulnerabilidade costeira a um problema específico, de acordo com a escala temporal e espacial da implementação das soluções baseadas na natureza e em obras duras. Os valores do CVI original (initial CVI), da redução do CVI(reduction) pela aplicação das medidas e o VI final (New CVI), bem como a escala de classificação da eficiência das medidas estão localizadas abaixo da matriz. 37
Figura 8. Regiões de domínio do modelo e cenários de subida do nível do mar modelados. Fonte: elittoral. 38
Figura 9. Comparação do CVI original (acima) e VI final (abaixo) após a implementação das obras propostas para mitigação e adaptação da Vulnerabilidade Costeira para as dez zonas do projeto. Fonte: Elittoral. 41
Figura 10. Avaliação da proteção das medidas propostas para as áreas pilotos do domínio 1 para os três cenários simulados. Fonte: elittoral. 42
Figura 11. Avaliação da proteção das medidas propostas para as áreas pilotos do domínio 2 para os três cenários simulados. Fonte: elittoral. 43
Figura 12. Avaliação da proteção das medidas propostas para as áreas pilotos do domínio 3 para os três cenários simulados. Fonte: elittoral. 44
Figura 13. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Varela. 48
Figura 14. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Edjin Odjoe - Catão. 50
Figura 15. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cacheu. 52
Figura 16. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cussanja e Mansoa. 54
Figura 17. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada. 56
Figura 18. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cabedu e Cacine. 58
Figura 19. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Bolama. 60
Figura 20. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a ilha de Bubaque. 62
Figura 21. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Uno. 64
Figura 22. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Caravela. 66

Índice de Tabelas

Tabela 1. Lista dos documentos entregáveis que fazem parte do projeto..... 10
Tabela 2. Variáveis incluídas para o cálculo do CVI para as zonas de interesse do projeto. Para verificar a classificação dada a cada uma das variáveis, recorrer ao Entregável 1, secção 10. 17
Tabela 3.Comparação entre a dimensão da área de estudo do projeto e a dimensão das zonas-piloto sugeridas. 25
Tabela 4. Listagem das estratégias de adaptação e mitigação à subida do nível do mar mais frequentemente utilizadas em ambientes costeiros..... 29
Tabela 5. Medidas baseadas na natureza e duras para a adaptação e mitigação dos problemas relacionados à subida do nível do mar na Guiné-Bissau. 36
Tabela 6. Valores de CVI original, redução do CVI pela aplicação das medidas de adaptação e mitigação e VI final para cada zona de interesse do projeto. A escala de cores que está aplicada à tabela refere-se ao grau de vulnerabilidade que a zona esta submetida (0 – 5). Verde – muito baixa, amarela – baixa, laranja – moderada, roxo- alta, e vermelho – muito alta. 40
Tabela 7. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Varela. 47
Tabela 8. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Varela. 48
Tabela 9. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Edjin Odjoe - Catão. 49
Tabela 10. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Edjin Odjoe - Catão. 50
Tabela 11. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Cacheu..... 51
Tabela 12. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cacheu. 52
Tabela 13. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Cussanja e Mansoa. 53
Tabela 14. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cussanja e Mansoa. 54
Tabela 15. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada. 55
Tabela 16. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada. 56
Tabela 17. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Cabedu e Cacine..... 57
Tabela 18. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cabedu e Cacine. 58

Tabela 19. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Bolama. 59
Tabela 20. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Bolama. 60
Tabela 21. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo da ilha de Bubaque. 61
Tabela 22. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a ilha de Bubaque. 62
Tabela 23. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Uno. 63
Tabela 24. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Uno. 64
Tabela 25. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Caravela. 65
Tabela 26. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Caravela. 66

Justificação

A 28 de dezembro de 2022, foi assinado o contrato n.º UNDP-GNB-00006, entre o consórcio liderado pela empresa elittoral e constituído pelos parceiros Gesplan e Sistemas Ingeniería, com o representante do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em Guiné-Bissau. O objetivo geral do contrato é mapear a vulnerabilidade da costa de Guiné-Bissau face à subida do nível do mar e os efeitos globais das alterações climáticas. Especificamente, é acordada a entrega dos seguintes produtos:

1. Relatório cartográfico da vulnerabilidade da zona costeira de Guiné-Bissau, perante os efeitos das alterações climáticas.
2. Proposta técnica e metodológica de estratégias de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas nas 10 (dez) áreas de estudo propostas.
3. Relatório cartográfico sobre mitigação de vulnerabilidades na zona costeira da Guiné-Bissau, com base nas recomendações do consórcio de consultoria.
4. Relatório socioeconômico do custo de implementação das medidas mitigadoras propostas pela equipa de consultoria.
5. Relatório final do projeto.

Este documento corresponde ao ponto 5 "Relatório Final do Projeto".

Após a revisão do presente documento, foram sugeridas alterações que foram agregadas ao mesmo. Desta forma, a equipa do Consórcio julga como válido salientar uma das modificações para não gerar duvidas durante a leitura deste documento. Portanto, a zona de interesse do projeto, antes chamada de "Bruce-Bubaque", foi modificada para "Ilha de Bubaque", de maneira a englobar ambas as regiões dos povoados de Bubaque e Bruce no estudo de vulnerabilidade costeira, juntamente com todas as demais partes da ilha que se vem abrangidas pelas medidas de adaptação e mitigação propostas para a zona de interesse do projeto.

Acrónimos e abreviações

Para facilitar a compreensão deste relatório, recomenda-se ler esta secção que consta com as definições dos acrónimos e abreviações que foram mais utilizados ao longo do trabalho.

FPP	Fase preliminar do projeto
UPC	Unidade de proteção costeira
IPCC	Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (do inglês *Intergoverrnamental Panel for Climate Change*)
RCP	Rota de Concentração Representativa do IPCC
SSP	Rota Socioeconômica Compartilhada do IPCC
Pto	Ponto de observação
SWH	Altura de onda (do inglês *sea wave height*)
Hs	Altura significativa de onda
Tp	Período de onda
WNW	Oeste-noroeste
SW	Sudoeste
SSW	Sul-sudoeste
NE	Nordeste
NNE	Norte-nordeste
WW	Oeste
NN	Norte
NNW	Norte-noroeste
NMM	Nível Médio do Mar
SNM	Subida do nível do mar
GEBCO	Carta batimétrica dos oceanos *(do inglês General Bathymetry Chart of the Oceans)*
CVI	Índice de Vulnerabilidade Costeira (do inglês *Coastal Vulnerability Index*)
EI	Índice de exposição (do inglês *Exposure Index*)
IS	Índice de Sensibilidade
VI	Do inglês *Vulnerability Index* - Corresponde ao CVI final que foi obtido após a teórica implementação das obras de adaptação e mitigação
MAM	Medidas de Adaptação e Mitigação
WACA	Äreas ocidentais costeiras de África (do inglês *West Africa Coastal Areas*)
MDE	Modelo Digital de Elevação

Visão Geral

Este documento, corresponde ao quinto (5º.) entregável, de um total de cinco relatórios que fazem parte dos entregáveis para o projeto sobre o *Mapeamento da Vulnerabilidade Costeira nas Dez Zonas de Interesse em Guiné-Bissau*.

O relatório final do projeto tem como principal objetivo sintetizar e integrar os resultados obtidos nos quatro entregáveis, oferecendo uma visão unificada e coesa das estratégias propostas para mitigar a vulnerabilidade costeira nas dez zonas de interesse do projeto em Guiné-Bissau.

Para além disso, este relatório final visa consolidar as informações detalhadas nos relatórios cartográficos e socioeconômicos, proporcionando uma compreensão abrangente dos desafios enfrentados pela zona costeira de Guiné-Bissau em decorrência das mudanças climáticas. Isso inclui a identificação clara de áreas vulneráveis, projeções de impactos futuros e os custos associados à implementação das medidas mitigadoras.

Uma ênfase significativa é dada à integração das estratégias propostas nos relatórios sobre vulnerabilidade e mitigação. O relatório final destaca como essas estratégias foram desenvolvidas considerando as características únicas de cada zona-piloto e zona de estudo, visando uma resposta adaptada e eficiente aos desafios específicos de cada região.

Também apresenta-se uma análise dos custos associados à implementação das medidas mitigadoras, indo além dos aspetos financeiros para incluir os benefícios sociais e econômicos esperados. O objetivo é fornecer uma visão abrangente dos impactos positivos que podem resultar da alocação de recursos para a proteção costeira e resiliência das comunidades.

Todas estas informações serão apresentadas de maneira resumida segundo o respetivo entregável. Cada um dos quatro entregáveis encontram-se divididos em subsecções em que primeiro explica-se o contexto e principais objetivos do mesmo, em seguida detalha-se a metodologia empregada e, finalmente, os principais resultados obtidos. A listagem dos documentos que foram previamente desenvolvidos é exibida na Tabela 1.

Tabela 1. Lista dos documentos entregáveis que fazem parte do projeto.

	Entregáveis
1	Relatório cartográfico sobre a vulnerabilidade da zona costeira de Guiné-Bissau face aos efeitos das alterações climáticas
2	Estratégias de Mitigação dos Efeitos das Mudanças Climáticas para Zonas-Piloto nas Dez Áreas de Estudo Propostas
3	Relatório Cartográfico sobre a Mitigação de Vulnerabilidades
4	Valoração Integral da Implementação das Medidas de Adaptação e Mitigação Propostas

De forma conclusiva, este relatório final não deveria servir apenas um documento informativo, mas também um instrumento de mobilização. O mesmo representa um chamado à ação, enfatizando a urgência da implementação das estratégias propostas.

Relatório cartográfico sobre a vulnerabilidade da zona costeira de Guiné-Bissau face aos efeitos das alterações climáticas

Nesta secção descreve-se o contexto em que se desenvolveu o documento, a metodologia aplicada e os principais resultados obtidos para o Entregável 1, intitulado "Relatório cartográfico sobre a vulnerabilidade da zona costeira de Guiné-Bissau face aos efeitos das alterações climáticas".

1. Contexto

O objetivo do primeiro entregável foi cartografar a vulnerabilidade costeira das zonas de interesse do projeto face a subida do nível do mar, para três cenários, um atual, para 2050 e para 2100. Vale salientar que desde o início do desenvolvimento deste estudo foram identificadas as limitações das informações disponíveis que são acerca da batimetria nas zonas costeiras e deltaicas, que apresentam baixo nível de detalhamento, da informação topográfica das zonas costeiras, igualmente com pouco nível de detalhe, das informações meteorológicas com registos históricos mais curtos, e da informação oceanográfica com registos históricos que não eram propriamente das zonas de interesse.

Para atingir o objetivo proposto, o primeiro exercício foi escolher as zonas de intervenção do projeto a partir de uma longa lista de aldeias localizadas ao longo da área costeira e rural da Guiné-Bissau as quais poderiam potencialmente tornar-se locais de aplicação do estudo do presente projeto. Um processo de seleção de locais foi realizado durante a fase preliminar de projeto (FPP), em que essas aldeias ("localidades") foram então estudadas, visitadas (em sua maioria) e sua seleção validada. Tendo em vista a extensão da zona costeira e que a mesma abriga cerca de 80% da população do país, três zonas de interesse foram propostas para beneficiarem da intervenção do projeto.

- Zona 1:"Arquipélago Bolama-Bijagós", com todas as suas características, incluindo um complexo de áreas marinhas costeiras protegidas e as disposições espaciais de gestão que isso implica;
- Zona 2: "Varela-Cacheu", uma área fortemente afetada naturalmente pela erosão e induzida pelo clima. Inclui recursos naturais e artificiais vulneráveis às alterações

climáticas (terrenos agrícolas, docas, pontes, estradas, infraestruturas turísticas, mangais, marismas, etc.);

- Zona 3: "O Sul" e "Mansoa-Buba-Cufada", na verdade inclui duas zonas que foram combinadas em uma zona para gerenciar as atividades do projeto. Inclui áreas de grande importância para a agricultura costeira (arroz, caju), bem como áreas protegidas.

Posteriormente, a equipe de geoprocessamento do consórcio reanalisou as zonas de intervenção do projeto e foi proposto o ajuste das zonas, de modo que as áreas de estudo tivessem considerações ecossistémicas e de desenvolvimento urbano. Assim, um segundo zoneamento foi proposto, resultando no exposto na Figura 1.

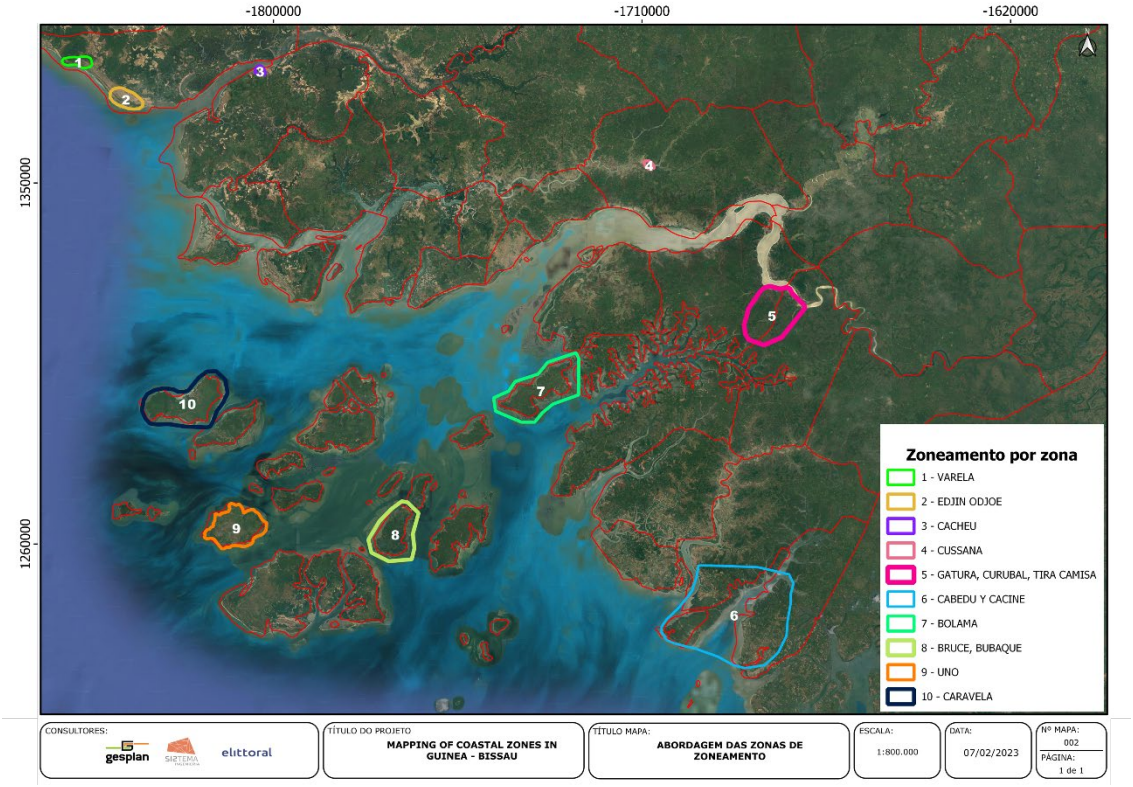


Figura 1. Zonificação proposta pelo consórcio. Fonte: Consórcio.

Em seguida, como segundo exercício, foram caracterizadas as variáveis oceanográficas através do estudo da reanálise e projeções futuras para a zona costeira de Guiné-Bissau. As variáveis selecionadas para realizar o estudo de modelação dos cenários de subida do nível do mar foram: altura significativa de onda, elevação do nível do mar, temperatura do ar (a 2 m acima do nível

do mar), precipitação e intensidade do vento; para cada variável, foram extraídos pontos de informação localizados na área da Guiné-Bissau e estudados os respetivos regimes médios.

Para o terceiro exercício foram desenvolvidos o estudo de vulnerabilidade costeira para cada zona de interesse. Para isso, utilizou-se uma metodologia amplamente aplicada, o CVI. O CVI é um índice de vulnerabilidade costeira - que está compreendido num intervalo de 1 a 5, sendo valores mais baixos representativos de menor vulnerabilidade e valores mais altos, de maior vulnerabilidade - que é calculado a partir da normalização dos valores dados a uma série de variáveis e forçadores para avaliar o impacto que a subida do nível do mar provoca numa região.

Para o quarto, e final, exercício foram discutidos os possíveis impactos derivados da subida do nível médio do mar e identificadas as vulnerabilidades específicas para cada localidade. Assim, num primeiro momento foram apresentadas as consequências da elevação da superfície do mar nas zonas de interesse para os três cenários modelados, 2023, 2050 e 2100; e num segundo momento foram descritos e detalhados os problemas já enfrentados ou futuros por cada zona relacionados à subida do nível do mar.

2. Metodologia

A extensão costeira da República de Guiné-Bissau ultrapassa 300 km com uma largura de 250 km. É uma zona cujos efeitos da maré podem ser sentidos mais de 100 km em direção ao interior do continente, porque possui uma amplitude de maré elevada, pela presença de rios com caudais elevados e muito braços, e pelas zonas costeiras com baixa elevação. A Figura 2 representa uma caracterização batimétrica da área de estudo.

Em seguida, foram caracterizadas as variáveis oceanográficas através do estudo da reanálise e projeções futuras para a zona costeira de Guiné-Bissau. As variáveis selecionadas para realizar o estudo de modelação dos cenários de subida do nível do mar foram **altura significativa de onda**, **elevação do nível do mar**, **temperatura do ar** (a 2 m acima do nível do mar), **precipitação** e **intensidade do vento**; para cada variável, foram extraídos pontos de informação localizados na área da Guiné-Bissau e adjacências, e estudados os respetivos regimes médios para a partir disso, serem criados três cenários (projeções) realistas, histórico/atual (2023), futuro próximo (2050) e futuro distante (2100), a serem incorporados em modelos numéricos de inundação em cada uma das 10 zonas de interesse.

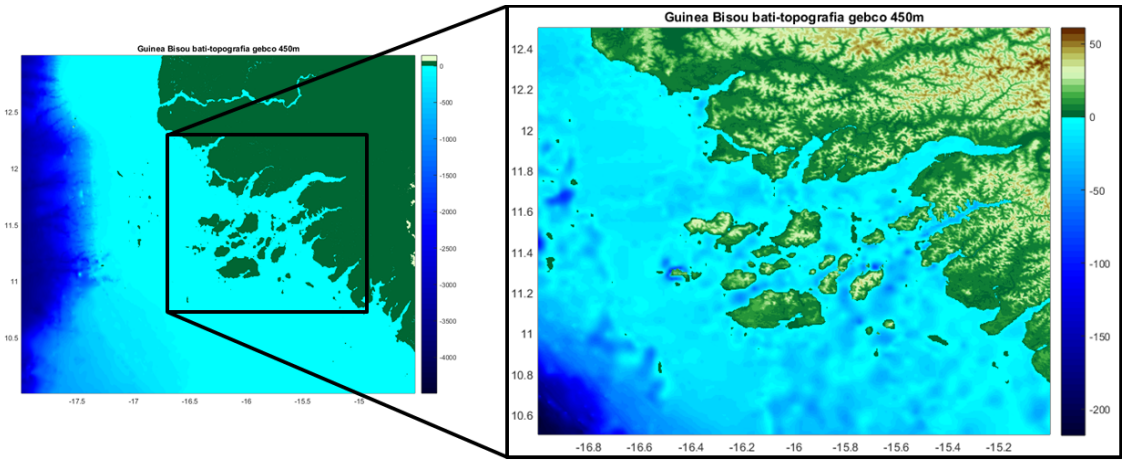


Figura 2. Localização da área de estudo. Fonte: elittoral.

Para a implementação do modelo de inundação, simulação dos cenários e estudo dos efeitos da subida do nível do mar, tomou-se por base informações topo-batimétricas e das variáveis do clima marítimo da região costeira de Guiné-Bissau descritas anteriormente. O modelo utilizado foi o MIKE 21 Flow Mode (FM), desenvolvido pelo *Danish Hydraulic Institute* - DHI, simula escoamentos

superficiais livres em 2D. O esquema numérico utilizado no MIKE21 FM utiliza um FV (método dos volumes finitos) de discretização espacial centrado em células. O domínio espacial é discretizado usando uma malha triangular não estruturada para resolver equações em águas rasas, proporcionando flexibilidade ao fazer ajustes de contorno da costa.

Para as simulações do presente estudo, foi realizada uma malha não estruturada com resolução variável, ou seja, com maior resolução espacial nas áreas de interesse, como mostra a Figura 3. O litoral foi digitalizado para modelagem a partir de ortofoto territorial e a batimetria utilizada foi obtida do portal GEBCO, que contém uma resolução média de 450m por pixel.

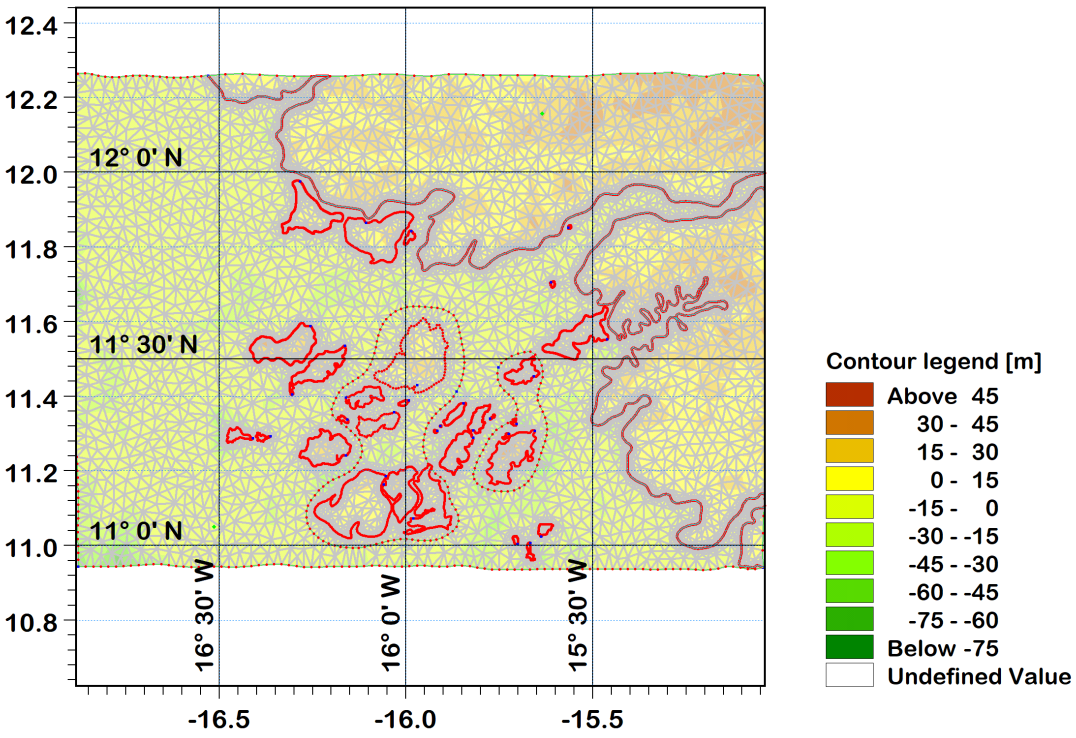


Figura 3. Malha não estruturada em domínio de interesse com resolução espacial variável. Fonte: elittoral.

Os resultados do modelo numérico representam o principal produto para avaliar o nível de vulnerabilidade da costa da Guiné-Bissau, podendo identificar através de um processo cartográfico, as áreas mais vulneráveis à subida do nível do mar provocada pelas alterações climáticas. Em 2023, esse efeito integra apenas o aumento gerado pelas ondas; mas para os cenários de 2050 e 2100 o mesmo também incorpora os dados de aumento do nível do mar oferecidos pelo IPCC para os modelos SSP 4.5 e SSP 8.5.

Para cartografar a vulnerabilidade costeira das localidades de estudo, após a validação dos dados de entrada e de saída do modelo, foram determinados três critérios de referência para a construção de escalas de vulnerabilidade e identificação das zonas mais suscetíveis a subida do nível do mar:

I. Nível de aumento do nível máximo do mar até 2023 relacionado ao efeito do regime de ondas, produzida sob os efeitos de processos extremos de tempestade.
II. Subida máxima do nível do mar até 2050, associando ao aumento do nível do mar proposto pelo IPCC para o Noroeste de África (WACA)
III. Subida máxima do nível do mar até 2100, associando ao aumento do nível do mar proposto pelo IPCC para WACA.

Os critérios acima permitiram a definição de quatro escalas de cores (Figura 4) que facilitam o processo de identificação das áreas mais vulneráveis, bem como acompanhar a sua evolução temporal para os três períodos estudados.

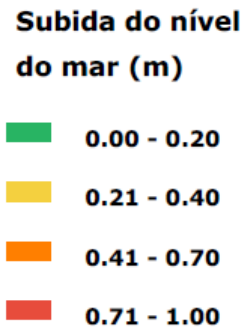


Figura 4. Escalas de subida do nível do mar. O valor a verde representa menor valor de subida do nível médio do mar, enquanto o valor a vermelho representa maior valor. Fonte: elittoral.

Finalmente, aplicou-se o CVI, que é o índice utilizado neste estudo para avaliar o impacto que a subida do nível do mar terá em cada uma das dez (10) localidades. Este índice funciona como uma abordagem numérica na categorização de secções da região costeira com base ao potencial impacto dos perigos costeiros, quantificando também os efeitos da subida do nível do mar e das tempestades nessas zonas. Este índice foi obtido como resultado do Índice de Exposição (IE) e do Índice de Sensibilidade (IS) que foram calculados com base no modelo CVI do modelo InVEST, desenhado pelo Projeto Capital Natural.

O CVI pode ser calculado como a raiz elevada ao número de parâmetros classificados e dividida pelo número total de parâmetros usando a seguinte equação:

$$CVI = \left(\sqrt[nIE]{IE}\right)$$

Para todos os indicadores utilizados, assume-se o valor mais baixo de um (1) e o valor mais elevado de exposição e vulnerabilidade de cinco (5). Os indicadores selecionados para este estudo são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Variáveis incluídas para o cálculo do CVI para as zonas de interesse do projeto. Para verificar a classificação dada a cada uma das variáveis, recorrer ao Entregável 1, secção 10.

	Variável	Definição
Variáveis costeiras	Formas costeiras (*landform*)	Geomorfologia do terreno pode apresentar maior ou menor resiliência à subida do nível do mar
	Elevação (*elevation)*	Altura acima do solo pode condicionar a vulnerabilidade das localidades
	Batimetria (*bathymetry*)	Inclinação da costa e a sua profundidade tornam o litoral mais ou menos vulnerável.
	Altura significativa da onda (*mean wave height*)	A altura da onda que se rompe sobre a costa pode tornar as localidades mais ou menos vulneráveis
	Amplitude média de maré (*mean tidal range*)	Nível da maré pode favorecer eventos combinados de tempestade e inundar áreas maiores do litoral
	Temperatura do ar (*t*emperature)	Permite determinar o impacto que o aumento da temperatura terá para cada um dos períodos de estudo
	Precipitação (*precipitation*)	Determinar a possibilidade de haver mais ou menos chuva na área de estudo
	Velocidade do vento (*wind speed*)	Determina como quanto maior a velocidade presente nas localidades, maior a altura das ondas presentes
Variáveis socio-económicas	População com mais de 65 anos (*population over 65*)	Indica como a idade da população determina a capacidade de adaptação e resposta à exposição em cada localidade
	Nível de escolaridade (*education level*)	Indica o efeito que o nível de escolaridade tem sobre a população ao aplicar as medidas de mitigação propostas
	Densidade Populacional (*population density*)	Representa o número de pessoas que potencialmente estarão expostas em cada uma das localidades
Forçadores Costeiros	Subida do Nível do Mar (*sea level rise*)	Este critério rege o nível de vulnerabilidade, pelo que o aumento anual em mm determina a exposição. No presente estudo, apenas o impacto atual é apresentado
	Ondas de Tempestade (*storm surge)*	Este critério determina o impacto que a altura das ondas incidentes associadas a um evento extremo pode aumentar a extensão das pessoas expostas

É importante ressaltar que este estudo de vulnerabilidade costeira foi desenvolvido para o cenário atual (2023), uma vez que para entender que esse índice são necessários dados atualizados, portanto, para determinar a vulnerabilidade em outros cenários, como o futuro próximo (2050) e o futuro distante (2100), deve-se dispor de dados estatísticos confiáveis, que calculem e representem o comportamento de cada uma das variáveis no futuro estudado, o que não foi o caso deste projeto.

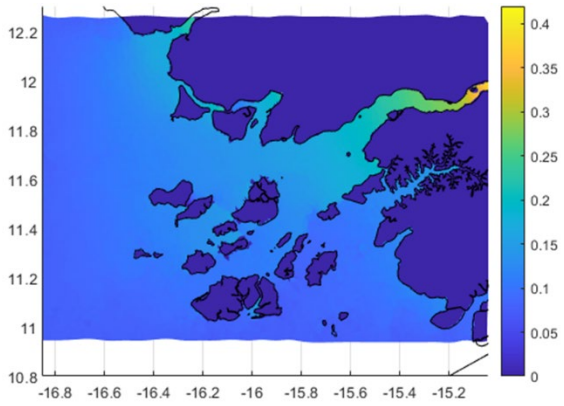
Para este entregável, foram elaborados os seguintes mapas de **vulnerabilidade à subida do nível do mar**:

- Três mapas globais que incluem toda a costa da Guiné-Bissau, um para cada um dos períodos de estudo (2023, 2050 e 2100)
- Dez mapas regionais, um para cada uma das localidades, para o período de 2023.
- Dez mapas regionais, um para cada uma das localidades, para o período de 2050.
- Dez mapas regionais, um para cada uma das localidades, para o período 2100.
- Dez mapas regionais de CVI, um para cada uma das localidades, para o período de 2023.

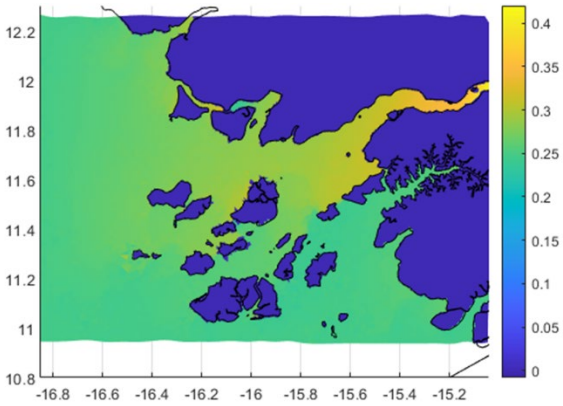
Os referidos mapas foram entregues em anexo no respetivo documento entregável.

3. Resultados

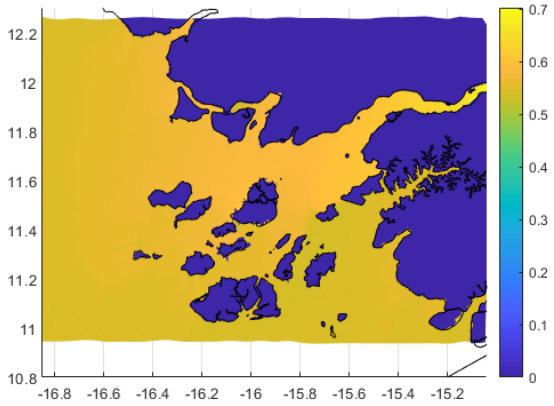
Os principais resultados são apresentados para o modelo de subida do nível do mar e para o estudo da vulnerabilidade costeira, com as principais consequências que a inundação prevista para a zona costeira segundo os cenários propostos terá de maneira geral e de maneira específica por zona. A Figura 5 exibe o resultado para **elevação da superfície do mar para a zona costeira da Guiné-Bissau** para os três cenários modelados. Ainda que seja um aumento menor que 1 m, por apresentar uma costa de baixas cotas, o mínimo aumento causará danos à nação e as atividades desenvolvidas.



Elevação da superfície para o período histórico (2023).



Elevação da superfície para o Futuro Próximo (2050).



Elevação da superfície para o Futuro Distante (2100).

Figura 5. Resultados para o nível do mar local obtido a partir da saída do modelo de inundação para a região costeira de Guiné-Bissau. Fonte: elittoral.

A combinação de todos os forçadores climáticos e as condições geomorfológicas da costa da Guiné-Bissau, mostram que apesar de haver um aumento no nível do histórico acumulado (SLR) entre 10 mm e 12 mm por ano, esta tendência está a mudar drasticamente e, num futuro próximo, poderá alcançar valores máximos de subida do nível do mar de até 0,4 m. Assim, se essa tendência se mantiver, a subida do nível do mar poderá atingir valores máximos até 0,7 m até o ano 2100.

Os resultados sobre o **estado de vulnerabilidade costeira** (Figura 6) em que se encontra atualmente as localidades do projeto identificaram que as áreas mais vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas na costa da Guiné-Bissau são as ilhas de Bolama (CVI=3,21), Uno (CVI=3,19) e Varela (CVI=3,19), com um índice de vulnerabilidade costeira classificado como alta. As outras sete (7) localidades estão classificadas com nível moderado de vulnerabilidade costeira; a área menos vulnerável é a localidade de Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada (CVI=2,55) e as mais expostas nesta categoria são as ilhas de Caravela (CVI=2,94), Ilha de Bubaque (CVI=2,82), Cacheu (CVI=2,94), Cabedu (CVI=2,91) e Edjin Odjoe (CVI=2,82).

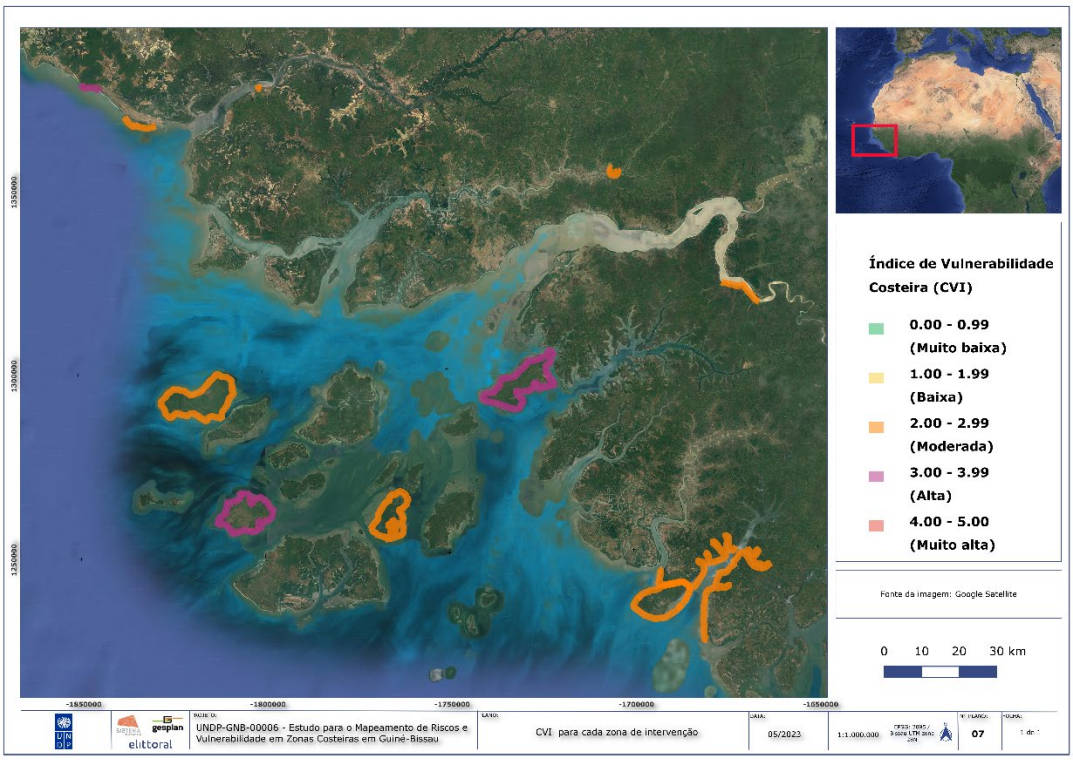


Figura 6. Cartografia da vulnerabilidade costeira para as dez localidades de interesse do projeto. Fonte: Consórcio.

Dentre as **consequências do aumento do nível médio do mar**, uma das mais drásticas está relacionada ao cultivo do arroz. A principal base da subsistência nacional é arroz plantado nas bolanhas, portanto o sucesso do seu cultivo é de extrema relevância não só para a economia do país, mas para a sua população. A agravação dos problemas de erosão costeira e intrusão salina, podem alterar o ciclo de uma cultura tão dependente da água e os efeitos já estão a afetar atividades relevantes para a economia e subsistência da população local. Devido a presença do mangal, que além de ser um ecossistema fértil e rico em biodiversidade, que atua como estrutura de proteção costeira ao promover a fixação do solo, impedindo a erosão e mantendo a estabilidade da linha de costa, o cultivo do arroz pôde ser desenvolvido em bolanhas salgadas no lado oposto ao mar. Porém com o intenso desmatamento apenas esta proteção natural não chega a ser suficiente, sendo necessário recorrer à construção de diques de terra, que por sua vez são ameaçados pela intensificação da erosão costeira e aumento dos regimes de vento e ondas.

Assim, nas diferentes regiões costeiras do país, foram criadas estruturas de gestão de água para os campos, porém apesar disto, não deixa de apresentar desafios como cultura agrícola que é, pois, o arroz de mangal é cultivado através da construção de diques com 1,5 a 2 m de altura ao longo dos braços de maré. Portanto, se medidas não forem tomadas para conter o avanço do mar, mudanças permanentes no território poderão afetar tal setor.

Para além disso, os efeitos esperados da SLR afetam em maior ou menor escala as localidades a depender da:

- Extensão da cobertura vegetal costeira, seja da praia emersa, das encostas ou da floresta de mangal
- Da largura das praias de areia, e se são praias permanentes ou não
- Da presença e do estado das infraesruturas de proteção costeira ou portuárias
- Da presença de estabelecimentos comerciais, turísticos ou residenciais

De modo a entender a problemática e a realidade vivida pelas comunidades costeiras nas localidades de interesse do projeto, foi proposta e realizada uma saída de campo, a qual serviu para que os especialistas pudessem analisar e registar fotograficamente a situação atual e propor melhoras específicas e adequadas para cada zona tendo em vista a redução da vulnerabilidade costeira.

Para a região de **Varela**, ambiente de praia com baixa elevação do terreno, em torno dos 4 m, com uma batimetria adjacente menor que 3 m de profundidade e com uma amplitude de maré entre 3 e 4 m, faz com que esta zona seja mais vulnerável à transgressão da linha de costa e

erosão costeira. Ainda, a zona apresenta bolanhas salgadas, que estão ameaçadas pela intrusão salina pelo avanço do nível do mar e da falta de manutenção dos diques de terra.

Em **Edjin Odjoe - Catão** apresenta semelhantes características da região anterior, salvo que possui uma batimetria adjacente mais profunda que a zona anterior, com aproximadamente 20 m de profundidade, e os mesmos problemas enfrentados.

Para **Cacheu**, localizada em ambiente fluvial, marcada pela presença de campos de cultivo, estruturas costeiras e assentamentos populacionais. A vulnerabilidade desta zona está ligada principalmente, ao facto de haver estruturas urbanas/portuárias e povoados vivendo às margens do rio, e uma batimetria adjacente menor que 3 m de profundidade. Contudo, é um sítio e com uma amplitude de maré entre 2 e 3 m que apresenta elevação média do terreno maior que 10 m, o que contribui para diminuir os riscos de impacto de processos costeiros. Os principais problemas que atingem Cacheu são a deterioração de estruturas costeiras e de estabelecimentos turísticos e a falta de manejo adequado de lixo, que eventualmente termina no rio.

Em **Cussanja e Mansoa**, a realidade é bem distinta das demais. Esta é uma área que se dedica sobretudo à agropecuária, e possui problemas relacionados ao manejo de água, já apresentando períodos de seca, que afetam o cultivo de comida e animais.

Gã-ture, Tébe e Lagoas de Cufada é uma região marcada pela presença de campos de cultivo, estruturas costeiras e assentamentos populacionais. Trata-se de uma zona fluvial e lacustre, com uma batimetria adjacente com cerca de 40 m de profundidade, com uma amplitude de maré entre 2 e 3 m, que apresenta elevação média do terreno maior que 4 m. Ainda, as Lagoas de Cufada são parte integrante da Convenção RAMSAR, e, portanto, apresentam alto valor natural para a região. Os principais problemas enfrentados por essa localidade são a formação de planícies aluviais a partir da sedimentação promovida pela fixação das raízes de plantas arbustivas às margens das Lagoas de Cufada, perda da eficácia dos diques por falta de manutenção e, consequentemente, o alagamento das zonas de cultivo em épocas de chuva, seca nas épocas de estiagem e perda da vegetação em zonas marginais inclinadas.

Para **Cabedu e Cacine**, ambiente estuarino, plano, com elevação média do terreno de aproximadamente 4 e uma batimetria adjacente menor que 3 m de profundidade, que apresenta estruturas artificiais, é um sítio e com uma amplitude de maré entre 1 e 2 m e densa cobertura vegetal. Os principais problemas da zona são a deterioração de estruturas costeiras e intrusão salina dos cultivos.

Para a região insular de **Bolama**, zona bastante plana, com intervalo de marés de 3-4 m de amplitude, batimetria adjacente de aproximadamente 5 m de profundidade, conta com a presença de assentamentos populacionais e estruturas costeiras que já se encontram deterioradas há bastante tempo. Os principais problemas enfrentados por Bolama são o avanço do mar em direção à terra, desgastando estruturas costeiras básicas e importantes à locomoção e ligação da ilha às demais partes do continente e a inundação costeira de áreas com baixa elevação.

Semelhante a região de Bolama, **ilha de Bubaque** apresenta-se bastante plana, com intervalo de marés de 3-4 m de amplitude, batimetria adjacente de aproximadamente 10 m de profundidade. Os mesmos problemas também são encontrados nesta localidade.

A Ilha de **Uno** é uma das localidades também bastante plana, com intervalo de marés de 3-4 m de amplitude, batimetria adjacente de aproximadamente 3 m de profundidade, que enfrenta problemas de erosão costeira, perda de cobertura vegetal, e perda de área de praia.

Finalmente, **Caravela**, ambiente insular marcado assentamento populacional de comunidades nómadas estabelecidos na costa da ilha e pela quantidade de lixo e material encontrados largados pelo solo. Apresenta-se como uma região bastante plana, com intervalo de marés de 3-4 m de amplitude, batimetria adjacente de aproximadamente 10 m de profundidade. Os principais problemas enfrentados por Caravela são o avanço do mar em direção à terra, e a inundação costeira de áreas com baixa elevação.

Estratégias de Mitigação dos Efeitos das Mudanças Climáticas para Zonas-Piloto nas Dez Áreas de Estudo Propostas

Nesta secção descreve-se o contexto em que se desenvolveu o documento, a metodologia aplicada e os principais resultados obtidos para o Entregável 2, intitulado "Estratégias de Mitigação das Mudanças Climáticas".

1. Contexto

O objetivo do segundo entregável é identificar elementos do território mais vulneráveis à subida do nível médio do mar por zona e propor estratégias de mitigação e adaptação aos riscos das mesmas.

Para atingir os objetivos propostos, o primeiro exercício consistiu em realizar um diagnostico geral das infraestruturas costeiras, levando em consideração o relevo, a geologia, os recursos hídricos, a batimetria da zona, os tipos de cobertura vegetal e seu estado, e as condições das estradas.

Num segundo momento, foram realizados o diagnóstico por zona de estudo das infraestruturas presentes. Para esta secção o registo fotográfico realizado durante a missão de campo foi de suma relevância para expor a realidade enfrentada por cada localidade. Os mesmos foram levados a cabo a partir dos voos de drone e por fotografia tradicional.

Em seguida, como terceiro exercício, foram descritas detalhadamente estratégias de adaptação e mitigação (MAM) aos efeitos da subida do nível do mar mais empregadas. As MAM foram divididas em dois grupos, as soluções baseadas na natureza e as soluções duras.

Finalmente, foram propostas as MAM que mais se adequavam aos problemas e à realidade de cada zona. De maneira a focalizar esforços e propor medidas específicas por regiões que se encontram mais vulneráveis, estabeleceram-se zonas-piloto para planeamento da implementação das MAM dentro de cada uma das dez localidades de interesse do projeto.

Por fim, foram proposta as MAM que melhor adequam-se aos problemas e realidades de cada zona. O âmbito do projeto abrange uma área de aproximadamente 1.340 km2 de costa, assim, devido a tarefas administrativas e logísticas, e de forma a desenvolver um trabalho de elevada

qualidade e específico a zona piloto de cada uma das áreas de interesse apresenta uma dimensão reduzida, contando no total com 0,61% da área de interesse do projeto. A dimensão integral de cada zona-alvo e zona-piloto é apresentada na Tabela 3. Neste sentido, as zonas-piloto foram estabelecidas para concentrar esforços e propor medidas específicas para as regiões mais vulneráveis, dentro de cada um dos dez locais-alvo do projeto, e então as MAM poderiam ser integralmente extrapoladas para a totalidade das áreas-alvo.

Tabela 3.Comparação entre a dimensão da área de estudo do projeto e a dimensão das zonas-piloto sugeridas.

Área de interesse	Integral Area (km2)	Pilot-zone extension (km2)
Varela	16.08	0.09
Edjin Odjoe-Catão	33.87	1.57
Cacheu	5.39	0.18
Cussanja e Mansoa	3.03	0.38
Gã-ture, Tébe e Lagoas de Cufada	134.34	5.65
Cabedu e Cacine	618.54	0.16
Ilha Bolama	147.34	0.04
Ilha Bubaque	93.39	0.03
Ilha Uno	121.77	0.04
Ilha Caravela	163.01	0.01
Total	**1,336.76**	**8.15**

2. Metodologia

Para o diagnóstico infraestrutural por zona de estudo detalhou os principais problemas infraestruturais que afetam as zonas de intervenção.

Para o setor de **Varela**, dotado de praias, estuários, penhascos, carece de infraestruturas de proteção costeira a diversos níveis. Esta é uma região dominada por rocha calcária, e por ser um material não-coesivo, apresenta pouca resistência ao impacto das ondas e correntes, que serão mais severas com a subida do nível do mar, e já se vem identificando erosão costeira avançada com perdas de sedimentos significativa, e também com o colapso de edifício/construção privada existente na costa.

Ainda, nota-se a falta de infraestruturas de mobilidade, carecendo a área de uma via bem estruturada para circulação de pessoas, que recorrem aos caminhos improvisados para chegar à praia, e veículos, de obras costeiras de proteção de modo a prevenir o retrocesso da linha de costa, de estruturas de ancoragem e atracagem de botes e espaço destinado às atividades de pesca, de estruturas de proteção das bolanhas por efeito da ondulação e da falta de manutenção, e por fim da falta de moradias resistentes e adaptadas à subida do nível do mar.

Para **Edjin Odjoe - Catão**, ambiente de praia assim como Varela, é marcado pela presença de um curso de água, que corta toda a zona de intervenção, e o rio Catão nas proximidades. Nesta área é característica a atividade agrícola onde nota-se a carência de diques e estruturas hidraulicas de proteção em alguns trechos. É necessária melhoria das condições infraestruturais das estradas para atender as demandas da área e promover o desenvolvimento das atividades agropastoris.

Em **Cacheu**, a zona de estudo é uma área urbana com moradias e edifícios de usos diversificados, de interesse turístico, localizado numa área de rio, aonde encontram-se também campos de cultivos e infraestruturas portuárias. Esta área de estudo apresenta uma boa barreira devido à existência de mangais. Em termos geológicos, o terreno é composto por calcários margosos e pequenas áreas de vasas e areias, presentes nas regiões na margem do rio. É uma zona que sofre com inundações, quando chove, pois, coincide com o período do aumento do nível do rio, o que evidencia a carência de um sistema de drenagem estrategicamente planeado. Foi constatado ainda a falta de manutenção das infraestruturas portuárias, de manejo de lixo, de gestão dos recursos turísticos, de cais de menores portes para suprir a demanda pesqueira da região, de vias de circulação de pessoas e veículos e de acesso à praia.

Para o setor de **Cussanja e Mansoa**, um ambiente de vasas e areias, trechos com calcário, podendo ter solo argiloso e outros depósitos depósitos-aluvionares. É uma área de estudo, que

apesar de ser localizada próxima à zona urbana de Mansoa, possui uma paisagem natural sem grande presença de obras urbanas. Assim, a zona carece de obras hidráulicas para transporte e drenagem de água para cultivos e animais, pontes para travessia de pessoas e veículos, estradas em boas condições de acesso, e manutenção de diques de terra.

O diagnóstico infraestrutural para **Gã-ture, Tébe e Lagoas de Cufada** identificou que na área encontram-se campos de cultivo sem infraestruturas costeiras e ladeados por pequenos aglomerados populacionais, há zona de praia fluvial composta por areia, o desmatamento dos mangais para criação de zonas de cultivo e/ou outras atividades ao longo da margem do rio vem causando problemas severos de inundação nas bolanhas, como rompimentos dos diques devido a erosões das ondas e correntes. Outro problema enfrentado nesta região é a falta de vias em boas condições, a formação de planícies aluviais a partir da sedimentação promovida pela fixação das raízes de plantas arbustivas às margens das Lagoas de Cufada e infraestruturas em estado de conservação precário como pequenos cais de madeira na região das Lagoas de Cufada, carecendo de reabilitação.

Em **Cabedu e Cacine**, em termos geológicos trata-se de uma área de praias e areias, tendo pouco percentual de solo calcário e possui recursos hídricos dominados por vários cursos de água do rio Cacine. Em relação às infraestruturas de pesca e portuárias, na região existe uma área de pouso dos botes, um porto em estado de conservação razoável, embora não contenha rampa de acesso para os pescadores e necessite de obras portuárias na região costeira ao cais, um complexo de pesca e um cais dotado de condições de infraestruturas em razoáveis condições. Foram identificados problemas de deterioração de estruturas costeiras e intrusão salina nos cultivos, estradas em condições precárias, falta de manutenção dos diques de terra, e falta de pontes e estruturas de acessibilidade.

Para **Bolama** nota-se que a predominância de vasas e areias, e solo calcário margoso, que por ser não coesivo acaba sendo levado durante o período da chuva causando a erosão do solo, acumulando-se nas margens vasas e areias; ainda existe grande quantidade de mangal na área costeira, que ajuda a proteção da costa, mas necessita de restauração em algumas partes. Em termos hídricos a região apresenta várias linhas de água, entretanto a carência de água potável é comum na cidade, onde encontra-se um pequeno ponto de fornecimento de água de abasto, de extração subterrânea, aonde os moradores satisfazem as suas demandas. A região também conta com uma zona portuária, e com obras de proteção costeira, como paredões, que encontram-se em mau estado de conservação, sendo necessária a reabilitação de modo, a proteger as aldeias e nota-se a falta de estrutura para embarque e desembarque de passageiros e mercadorias. Foram

identificadas infraestruturas antigas de drenagem do período colonial construída pelos portugueses, valetas ao longo das ruas, que se encontram obsoletas que podem ser reabilitadas e reaproveitadas. Em casos específicos, encontramos valetas de terra improvisadas ao longo das ruas, para escoamento das águas superficiais. Entretanto, nas áreas da cidade aonde não existe valeta, as águas superficiais provenientes das chuvas causam erosão no solo, criando valas por onde são acumulados os lixos da cidade.

O diagnóstico de **ilha de Bubaque** identificou formações geológicas predominantemente com solo de calcário, com regiões de areias nas margens e presença de lateritos no litoral. A ilha contém várias linhas de água, margeadas por vegetação abundantes. Apresenta estruturas urbanas do período colonial abandonadas e entrando em degradação, também existem canaletas, que auxiliam no escoamento das águas superficiais, proteção dos taludes nas encostas em avançado estado de deterioração; ainda, a zona de Bruce e de Bubaque contam com hotéis e restaurantes, que têm sofrido com a erosão causada pelo avanço da água do mar. Em razão das construções de proteção costeiras encontrarem-se desordenadas, inadequadas e/ou obsoletas, já não são capazes de exercer a devida proteção. As demais estruturas costeiras portuárias existentes já se encontram deterioradas em função do avanço do mar, nota-se estrutura de cais e escadarias degradadas, muros em colapsos.

Para **Uno,** identificaram-se formações geológicas de estruturas de calcário, com regiões de areias de praias nas margens, vasas e areias com mangais e presença de lateritos no litoral (afloramentos litorais de couraça laterítica). Para além disso, a ilha contém poucos cursos de água, as estradas e as vias não apresentam boas condições infraestruturais, carecendo também de pavimentação, assim como nas demais ilhas.

Finalmente, para a ilha de **Caravela** existe um solo que é predominantemente calcário, com regiões de areias de praias nas margens, vasas e areias com mangais e vários pontos com lateritos do litoral. Como a ilha de Uno, Caravela contém poucos cursos de água. Por sua vez, a exploração dos recursos nomeadamente recursos marinhos é realizada principalmente por parte de uma comunidade não-nativa e nem nacional que se instalou numa zona adjacente ao mar onde contam com um pontão e uma área sem infraestruturas utilizada pelos pescadores para atracar os seus botes de pesca. Em termos de infraestruturas urbanas básicas a mesma é inexistente, as construções residenciais são feitas de "latas e madeiras locais". Ainda, se observa deficiente gestão do lixo, que acaba eventualmente por poluir a natureza, carecendo a ilha de saneamento dos resíduos sólidos e líquidos. Adicionalmente, a zona costeira carece de infraestruturas portuárias,

como áreas para pouso, arrasto e desembarque dos passageiros e mercadorias, e de estradas pavimentadas, assim como nas demais ilhas.

Uma recompilação exaustiva das estratégias mais usadas à adaptação e mitigação para os problemas relacionados às mudanças climáticas e subida do nível do mar foi realizada e encontra-se descrita na secção de *"Estratégias de Mitigação e Adaptação Propostas"* do Entregável 2. Na Tabela 4, encontram-se pontuadas a caráter informativo as medidas consideradas.

Tabela 4. Listagem das estratégias de adaptação e mitigação à subida do nível do mar mais frequentemente utilizadas em ambientes costeiros.

Estratégias baseadas na natureza	Estratégias duras
Desenvolvimento de uma estratégia de Gestão Integrada das Áreas Litorais	Construção/reabilitação de muros de betão armado
Estabelecer áreas protegidas para conservação	Construção/reabilitação diques de terra
Reforçar e melhorar a gestão e conservação das áreas protegidas	Construção de estruturas de revestimento/enrocamento;
Promover e preservar infraestruturas verdes e azuis	Construção de espigões
Regeneração de praias	Construção de quebra-mares
Restauração da vegetação da praia submersa e emersa	Construção de casas do tipo Caneiras
Restauração da floresta costeira	Construção de obras hidráulicas
	Construção/reabilitação de estruturas portuárias

Os principais problemas em cada zona foram previamente identificados no Entregável 1, portanto, a metodologia deste documento para alcançar os objetivos propostos restringiu-se em identificar as MAM por zona de estudo que o Consórcio considerou pertinente para atuar sobre as complicações mencionadas.

3. Resultados

Os principais resultados são apresentados para as MAM propostas para as zonas-piloto em cada zona de estudo. As mesmas foram pensadas de maneira a reduzir a vulnerabilidade costeira e as principais consequências da inundação e das alterações climáticas prevista para a costa guineense segundo os cenários propostos.

Para a **zona-piloto de Varela**, que foi dividida em três zonas de atuação, zona de praia, de cultivo e aldeia de pescadores. Na zona de cultivos, que predominam cultivos em bolanhas de arroz, foram propostas:

I. Reabilitação dos diques de terra e ou execução de novos diques ao redor das bolanhas que impedem a intrusão de água do mar nos campos agrícolas;
II. Construção de canais de terra para permitir a circulação de águas dentro das bolanhas;
III. Restauração da cobertura vegetal aos longo da linha de costa para reforço da floresta de mangal e vegetação da praia emersa.

Nas zonas de praia foram propostas:

IV. Construção de muro de betão para proteção e estabilização do talude costeiro;
V. Restauração da cobertura vegetal.

Enquanto na aldeia de pescadores foram propostas:

VI. Construção de cais de ancoragem e rampas de betão;
VII. Demolição das barracas e construção de casas do tipo caneiras;
VIII. Alimentação artificial de praia para prover maior largura à praia emersa
IX. Construção de estrada de acesso a zona da aldeia.

Na **zona-piloto de Edjin Odjoe-Catão** foram propostas:

I. Execução e manutenção de diques agrícolas para impedirem a intrusão de águas salinas nos campos agrícolas;
II. Restauração e reforço da cobertura verde costeiras nas áreas costeiras com cobertura verde deficiente;
III. Execução de canais de abastecimento de águas para os campos agrícolas em que a água não chega em condições;
IV. Construção de estrada que faz a ligação entre a aldeia e o campo agrícola.

Na **zona-piloto de Cacheu**, zona caracterizada por possuir um importante assentamento populacional, foram propostas:

I. Execução de novos muros com altura suficiente para proteger as infraestruturas contra as ondas de maré, reforçado com a plantação de mangal ou tarrafes a frente dos muros;
II. Proteção e a restauração do património histórico existente no local (forte),
III. A reabilitação do caís, a execução de rampa em betão;
IV. Restauração de praia;
V. Execução de uma passarela pedonal feita ao longo do perímetro costeiro, com acessos a infraestruturas ao longo das orlas marítimas a partir de escadas e rampas de acesso.

Para a **zona-piloto de Cussanja e Mansoa** foram propostas:

I. Construção de conduta para travessia de água onde existam pontes;
II. Construção de estrada de acesso;
III. Desassoreamento e o alargamento do canal do rio;
IV. Construção de diques de terra, permitindo águas em maior abundância nos campos.

Na **zona-piloto para Gã-ture, Tébe e Lagoas de Cufada**, três setores para atuação foram propostos. Na zona de Gã-ture as MAM recomendadas foram:

I. Utilização de recipiente geotêxtil para proteção e estabilização da margem costeira fluvial;
II. Construção e realibilitação dos diques de terra;
III. Restauração e reforço da cobertura verde às margens do rio.

No setor de Lagoas de Cufada foram propostas:

IV. Reabilitação de um conjunto de pontes/passadeiras/cais de madeiras, distribuídas ao longo da área, para a travessia do rio e que estão em desuso devido ao elevado grau de deterioração;
V. Desmatação mecânica da vegetação para promover a circulação de água e de embarcações e frear o assoreamento.

E para a zona de Tébe, foram propostas:

VI. Construção de diques de terra;
VII. Construção de lavadas de terra para circulação de água.

Para as **zonas-piloto de Cabedu e de Cacine**, que ambas possuem assentamentos populacionais, foram propostas para zona-piloto de Cabedu:

I. Construção de cais de ancoragem de botes e para transporte de pessoas;
II. Construção de estrada de acesso ao povoado;
III. Construção de ponte;
IV. Reabilitação de diques de terra.

Enquanto para a zona-piloto de Cacine foram propostas:

V. Reabilitação e construção de muros de proteção costeira nos arredores da zona habitada de forma a oferecer segurança e proteção das infraestruturas;
VI. Reabilitação do cais existente;
VII. Construção de rampa em betão;
VIII. Construção de zona de atracagem em madeiras para embarcações;
IX. Construção de estrada de acesso ao povoado.

Na **zona-piloto da ilha de Bolama**, localizada na aldeia de Bolama, foram propostas:

I. Execução e a reabilitação de muros existentes ao longo da costa com altura suficientemente adequada para evitar a inundação em área habitadas;
II. Demolição do caís existente e a execução de um novo caís, a execução de rampa em betão;
III. Criação de canais de drenagem e correção de linhas de drenagem de águas pluviais através da construção de valas e valetas em betão armado;
IV. Restauração da cobertura vegetal costeira.

Na **zona-piloto da ilha de Bubaque** foram propostas:

I. Execução de muros em betão armado no pé de talude, com a fundação assente em solos firmes e a uma profundidade de aproximadamente 1.50 m;
II. Construção de uma passarela em betão ao longo de toda a orla marítima para a circulação pessoas, que inclui a execução de escada para o acesso a esta plataformas e a áreas da praia;
III. Construção de canaletas de drenagens de águas pluviais, que serão encaminhadas para o mar através de canais adequados também previstos;
IV. Reabilitação do porto que já se encontra em um elevado grau de deterioração e que carece de manutenção;

V. Restauração e reforço de cobertura vegetal nas margens costeiras para auxiliar na proteção contra as intempéries costeiras.

Para a **ilha de Uno**, a zona-piloto não foi proposta para planeamento urbano comum às demais, porém as MA foram sugeridas baseadas nos problemas pontuados pela população local, sendo elas:

I. Reabilitação de todas as estruturas costeiras que se encontram degradadas, incluindo muros de proteção e estruturas portuárias;
II. Restauração da cobertura verdes costeira com a plantação de mangal ou tarrafes.

Para a **zona-piloto da ilha de Caravela** foram propostas:

I. Criação de um plano de urbanização da zona;
II. Demolição de todas as barracas existentes e a construção de novas habitações do tipo "casas sociais", com melhores condições para abrigarem as pessoas que vão ali realizar principalmente as atividades de pescas;
III. Criação de planos para a recolha e tratamento de lixo, definindo locais onde estes resíduos devem ser colocados e então removidos posteriormente por entidades competentes;
IV. Construção de uma via que dá o acesso ao local para facilitar na mobilidade que será feito em pavimento de betão, a construção do caís em madeira e a execução de uma rampa em betão;
V. Restauração de coberturas verdes juntos às margens para a proteção das costas contra erosão causado pelo avanço do mar.

De maneira complementária à toda informação descrita anteriormente, desenvolveram-se fichas técnicas onde foram identificadas as características de cada zona, a problemática existente e as MAM mencionadas para cada zona-piloto encontram-se detalhados no documento anexado ao Entregável 2.

Relatório Cartográfico sobre a Mitigação de Vulnerabilidade na Zona Costeira de Guiné-Bissau

Nesta secção descreve-se o contexto em que se desenvolveu o documento, a metodologia aplicada e os principais resultados obtidos para o Entregável 3, intitulado "Relatório Cartográfico sobre a Mitigação de Vulnerabilidade na Zona Costeira de Guiné-Bissau".

1. Contexto

Os objetivos do Entregável 3 consistiram em relacionar os problemas costeiros associados à subida do nível do mar com as principais medidas propostas por localidade de interesse para frear maiores danos às infraestruturas e à população, bem como calcular as escalas espaciais e temporais em que cada medida melhor atuaria sobre os problemas e esboçar a cartografia do novo índice (VI final) e o resultado da modelação do nível de inundação depois da teórica implementação das MAM.

Para atingir os objetivos propostos, o primeiro exercício realizado foi uma recompilação e descrição detalhada de todos os problemas que afetam a região de estudo do projeto que estão associadas às mudanças climáticas.

Em seguida, apresentou-se uma descrição dos efeitos positivos e uma listagem dos fatores que influenciam a escala temporal para obtenção de benefícios depois da implementação de cada uma das MAM propostas no Entregável 2.

Num terceiro momento foi resumida, por zona, a informação acerca das características da região, dos problemas costeiros enfrentados, da zona-piloto, e das MAM sugeridas para serem empregues para reduzir a vulnerabilidade.

Para o esboço da cartografia da redução do CVI foi adaptada a metodologia do *Rapid Vulnerability Assessment*. Esta metodologia empregada avalia a sensibilidade, adaptabilidade e exposição da zona de estudo através de matrizes desenvolvidas para cada problema, de acordo uma escala temporal e espacial de proteção desejada. Em seguida, foram interpretados os resultados destas matrizes e desenvolvidas tabelas que exibem a escala temporal e espacial para gerar o maior benefício para a implementação da respetiva medida de proteção.

Para finalizar, foi realizada a avaliação das obras costeiras de engenharia propostas a partir da modelização numérica da simulação da subida do nível do mar depois da teórica implementação das medidas de adaptação e mitigação no modelo digital de terreno da zona costeira de guiné-Bissau.

2. Metodologia

Os problemas costeiros identificados associados à subida do nível do mar foram erosão costeira, falta de manejo das águas pluviais, desmatamento de florestas costeiras, danos aos diques das bolanhas de arroz, falta de saneamento básico, falta de rodovias pavimentadas, inundação costeira, intrusão salina, e perda de campos agrícolas. Para maiores detalhes acerca de cada adversidade recomenda-se a leitura da secção "*Problemas Costeiros Relacionados às Mudanças Climáticas*" no Entregável 3.

As MAM aos problemas encontrados são expostas na Tabela 5. As mesmas foram descritas em detalhe por zona na secção de "*Estratégias de Mitigação e Adaptação*" no Entregável 3.

Tabela 5. Medidas baseadas na natureza e duras para a adaptação e mitigação dos problemas relacionados à subida do nível do mar na Guiné-Bissau.

Medidas de adaptação e mitigação propostas	
Número	**Medidas baseadas na natureza**
1.1	Elaboração de uma estratégia GIAL
1.2	Estabelecimento/Reforço e melhoria na gestão e conservação de áreas protegidas
1.3	Promover e preservar infraestruturas verdes e azuis
1.4	Regeneração de praias
1.5	Restauração da vegetação da praia emersa
1.6	Restauração ecológica da floresta costeira
1.7	Recuperação e melhoria das áreas de cultivo e arrozais
	Medidas duras
2.1	Construção de diques de terra em zonas de arrozais
2.2	Instalação de sistema hidráulico em campos agrícolas
2.3	Revestimentos de sacos de areia geotêxtil
2.4	Construção de muros de betão armado
2.6	Construção de rodovias pavimentadas
2.7	Restauração e/ou construção de infraestruturas portuárias
2.8	Dragagem de ervas e sedimentos

Para a avaliação da redução da vulnerabilidade costeira, o ponto-chave foi determinar a combinação mais eficaz de medidas baseadas na natureza e duras que possam aliviar as vulnerabilidades nessas regiões. Este objetivo é alcançado através da aplicação da metodologia de Avaliação Rápida da Vulnerabilidade (*Rapid Vulnerability Assessment*), adaptada pela Comissão de Cooperação Ambiental e pelo EcoAdapt. Para cada MAM são considerados cinco períodos de tempo – que vão de curto prazo (1-2 anos) a longo prazo (50-100 anos) – e cinco escalas espaciais

– abrangendo de pequenas (0-1 km) a amplas áreas (16-30 km). Esta fragmentação reconhece que o efeito de uma medida sobre um problema pode variar com base no seu período temporal e contexto espacial. Por exemplo, as consequências da construção de um paredão para combater a erosão costeira seriam diferentes dentro de dois anos versus cinquenta anos após a sua implementação, bem como quando se protege uma área de 2 km versus uma extensão de 30 km.

Com estas variáveis integradas numa matriz (Figura 7), o passo final implica determinar o valor da redução da vulnerabilidade e selecionar a escala temporal e espacial mais adequada. Esta abordagem avalia a vulnerabilidade como o produto do Risco multiplicado pela Capacidade Adaptativa, empregando uma escala de 1-5. Para garantir o alinhamento com o contexto deste estudo, a escala é normalizada para uma faixa de 0 - 1,8 usando uma regra de três simples. As componentes do risco – sensibilidade e exposição – e capacidade adaptativa estão claramente diferenciados.

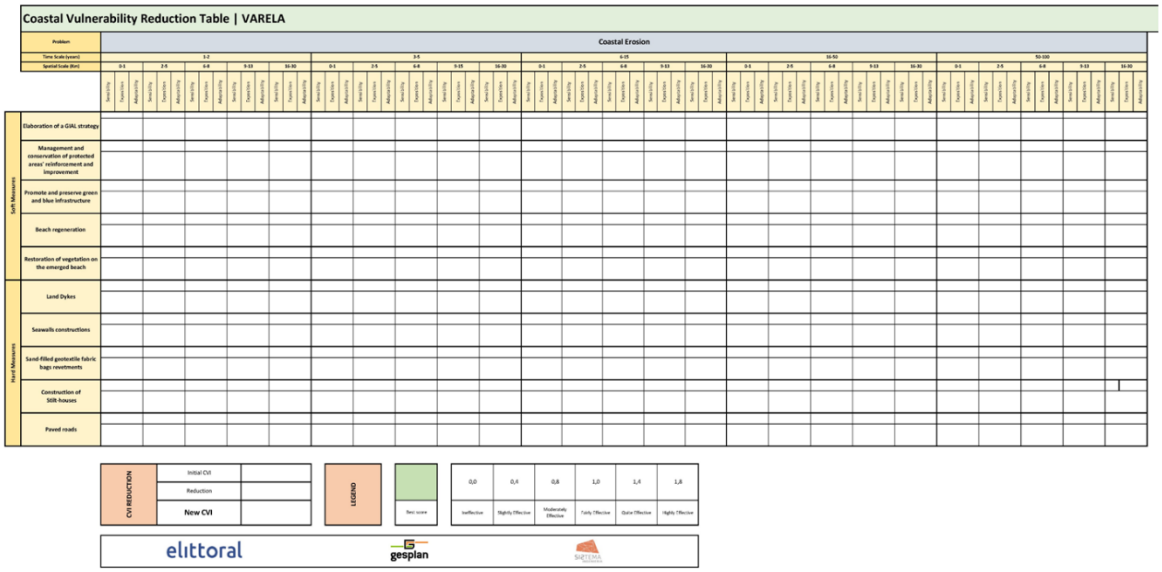


Figura 7. Matriz de avaliação da redução da vulnerabilidade costeira a um problema específico, de acordo com a escala temporal e espacial da implementação das soluções baseadas na natureza e em obras duras. Os valores do CVI original (initial CVI), da redução do CVI(reduction) pela aplicação das medidas e o VI final (New CVI), bem como a escala de classificação da eficiência das medidas estão localizadas abaixo da matriz.

A simulação numérica da inundação costeira identificou os pontos mais vulneráveis à subida do nível do mar, identificados nas costas e margens dos rios da Guiné-Bissau e quais as áreas-piloto que potencialmente beneficiariam da construção de uma ou mais medidas de Mitigação e

Adaptação. Em última análise, essa metodologia avaliou se a implementação destas novas medidas ajudará a prevenir inundações potencialmente catastróficas no futuro.

Este tipo de análise, denominada filtro de potencial de inundação, avalia os trabalhos propostos em três domínios e três cenários diferentes, histórico (com subida de 0,25 m) futuro próximo (com subida de 0,40 m) e futuro distante (com subida de 0,65 m) (Figura 8).

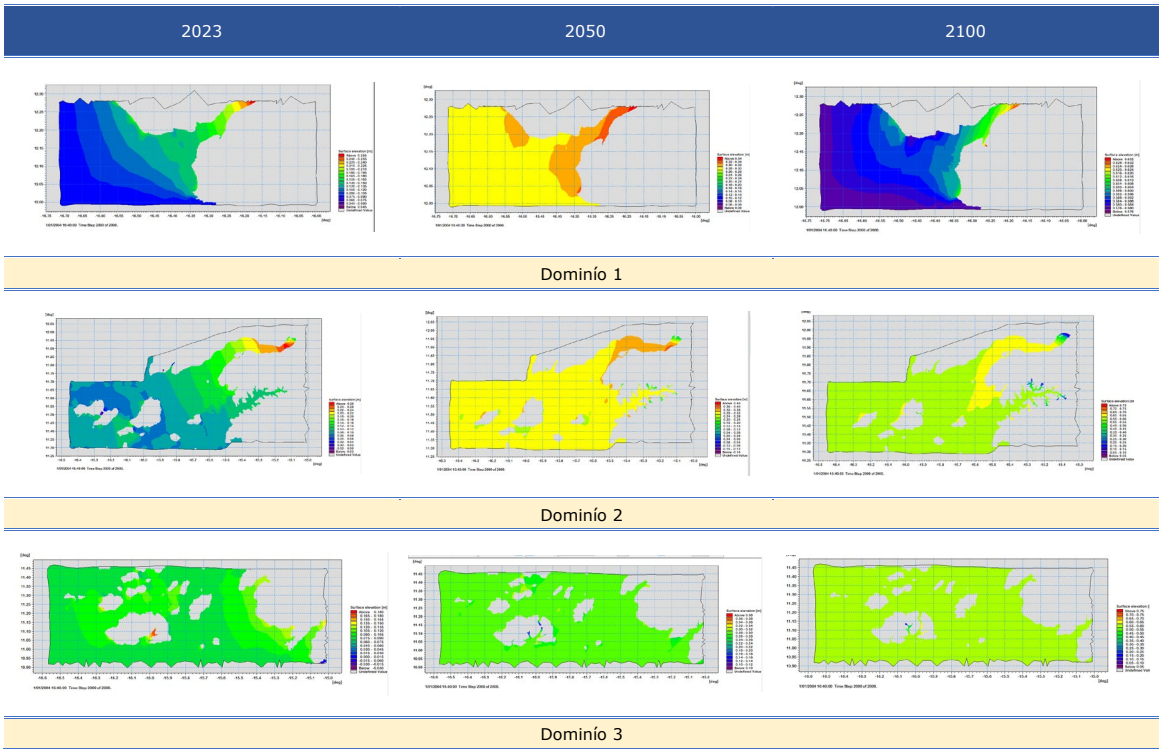


Figura 8. Regiões de domínio do modelo e cenários de subida do nível do mar modelados. Fonte: elittoral.

A avaliação do impacto das obras costeiras propostas foi conduzida através da utilização do Modelo Digital de Elevação modificado para representar as condições futuras com as obras de proteção implementadas, da comparação das simulações da subida do nível do mar com e sem as obras de proteção para identificar as mudanças na inundação costeira, erosão e outras alterações no ambiente costeiro e, finalmente, da análise dos resultados para determinar a eficácia das obras de proteção na redução dos impactos da subida do nível do mar.

Esta metodologia proporciona uma estrutura sólida para a modelização da subida do nível do mar e a avaliação de impacto das obras costeiras na Guiné-Bissau, permitindo a tomada de decisões informadas sobre a proteção costeira e a adaptação às mudanças climáticas na região.

3. Resultados

Através da implementação dessas medidas de proteção costeira, Guiné-Bissau conseguiria fortalecer sua resiliência diante das ameaças naturais, como a erosão costeira e as inundações. Isso não apenas salvaguarda os recursos naturais essenciais para a subsistência das comunidades locais, como também proporciona um ambiente mais seguro e estável para o desenvolvimento econômico sustentável do país. Assim, a redução da vulnerabilidade costeira representa um passo importante rumo à garantia de um futuro mais seguro e próspero para a Guiné-Bissau e suas populações costeiras.

Portanto, espera-se que a integração das MAM propostas em cada zona-piloto dentro de cada uma das dez zonas de interesse do projeto ajudem a **reduzir a vulnerabilidade costeira**. O resultado da redução do CVI original após a teórica implementação das medidas pode ser observado na Tabela 6. Para além disso, os planos espaciais para implementação de cada uma das MAM mencionadas para cada zona-piloto encontram-se detalhados no documento anexado ao Entregável 3.

Tabela 6. Valores de CVI original, redução do CVI pela aplicação das medidas de adaptação e mitigação e VI final para cada zona de interesse do projeto. A escala de cores que está aplicada à tabela refere-se ao grau de vulnerabilidade que a zona esta submetida (0 – 5). Verde – muito baixa, amarela – baixa, laranja – moderada, roxo- alta, e vermelho – muito alta.

Zona	Localidade	CVI (1-5) original	RCVI (0 - 1,8)	VI (1-5) final
Varela	Cacheu	**3,19**	**1,30**	**1,89**
Edjin Odjoe - Catão	Cacheu	**2,82**	**1,31**	**1,51**
Cacheu	Cacheu	**2,94**	**1,22**	**1,72**
Cussanja e Mansoa	Oio	**2,59**	**1,24**	**1,35**
Gã-ture, Tebe Lagoa de Cufada	Quinara	**2,55**	**1,21**	**1,34**
Cabedu e Cacine	Tombali	**2,91**	**1,26**	**1,65**
Ilha de Bolama	Quinara	**3,21**	**1,32**	**1,89**
Ilha de Bubaque	Bolama	**2,82**	**1,43**	**1,39**
Ilha Uno	Bolama	**3,19**	**1,47**	**1,72**
Ilha Caravela	Bolama	**2,94**	**1,31**	**1,63**

A Figura 9 exibe o índice de vulnerabilidade costeira atual (CVI) e o projetado para depois da implementação das MAM (VI final).

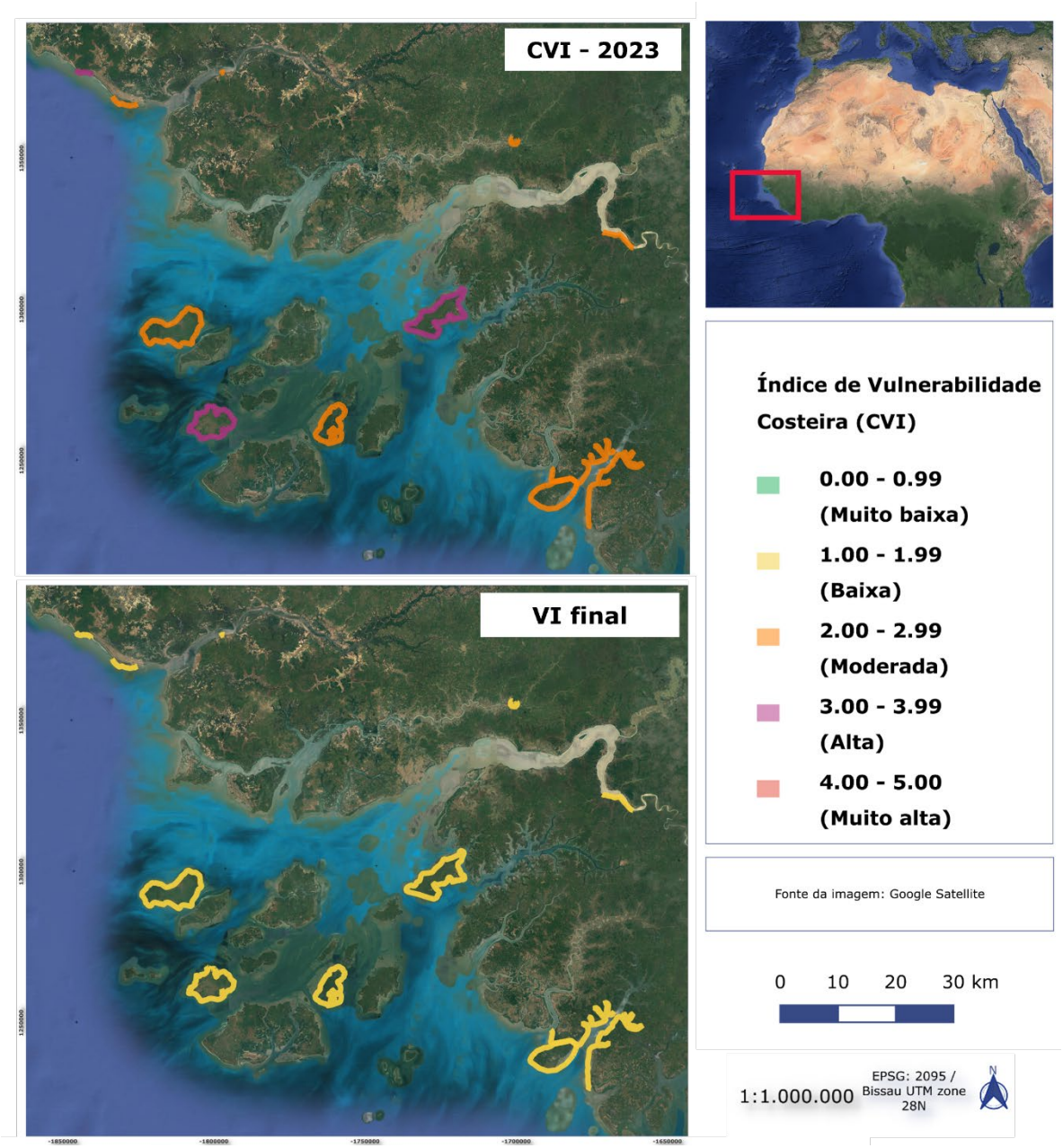


Figura 9. Comparação do CVI original (acima) e VI final (abaixo) após a implementação das obras propostas para mitigação e adaptação da Vulnerabilidade Costeira para as dez zonas do projeto. Fonte: Elittoral.

Para detalhes acerca da escala temporal e espacial que se esperam maiores beneficios da MAM, consultar a secção *"Redução da Vulnerabilidade Costeira – Discussão por zona"* do Entregável 3.

Os resultados para a simulação da inundação são apresentados apenas para seis zonas de interesse abrangidas pelo projeto, em razão de nesta simulação apenas foram consideradas as zonas que apresentam obras propostas para a primera linha de costa.

O resultado da avaliação os cenários históricos, futuros próximo e distante para as medidas implementadas para as **zonas-piloto de Varela e Cacheu** é mostrado na Figura 10. De acordo com o que foi investigado, as medidas aplicadas para ambas as zonas-piloto conseguem contribuir num futuro próximo e distante para evitar inundações.

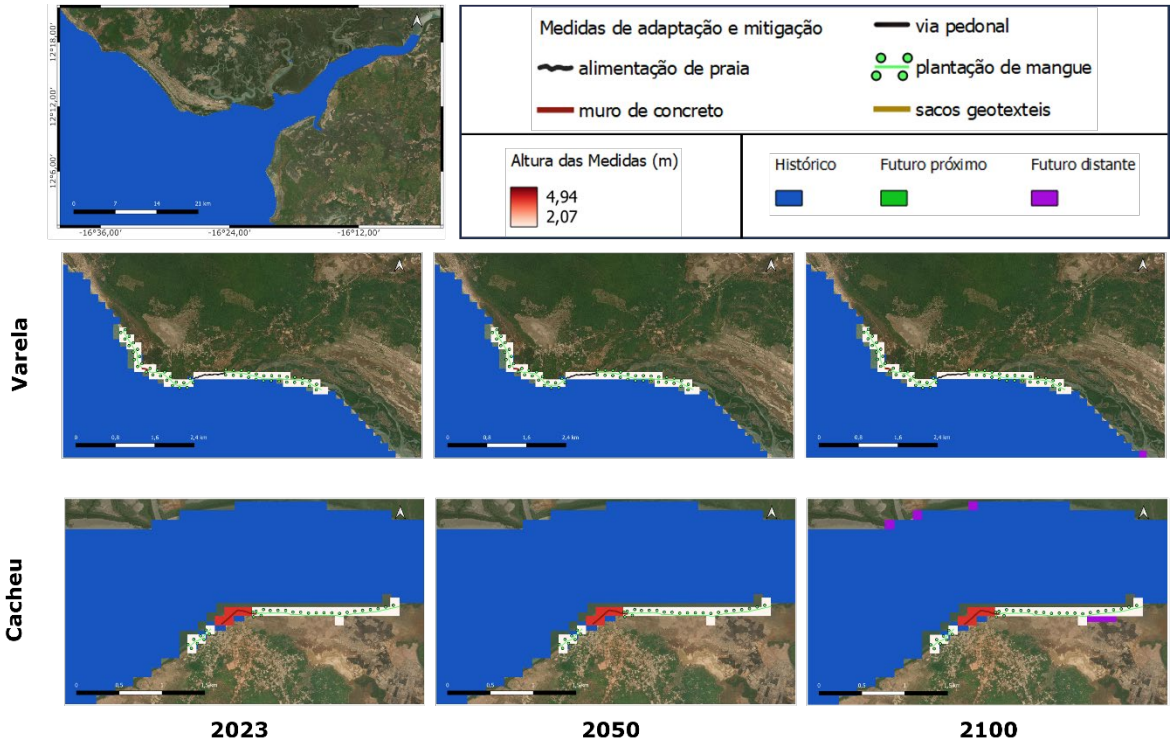


Figura 10. Avaliação da proteção das medidas propostas para as áreas pilotos do domínio 1 para os três cenários simulados. Fonte: elittoral.

O resultado da avaliação os cenários históricos, futuros próximo e distante para as medidas implementadas para as **zonas-piloto de Bolama e Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada** é mostrado na Figura 11. Se obtém que para a zona-piloto de Gã-ture a realização das medidas de proteção contribui para prevenir inundações nos três cenários. Em contrapartida, em Bolama apresenta-se mais suscetível a subida do nível do mar para o cenário futuro distante.

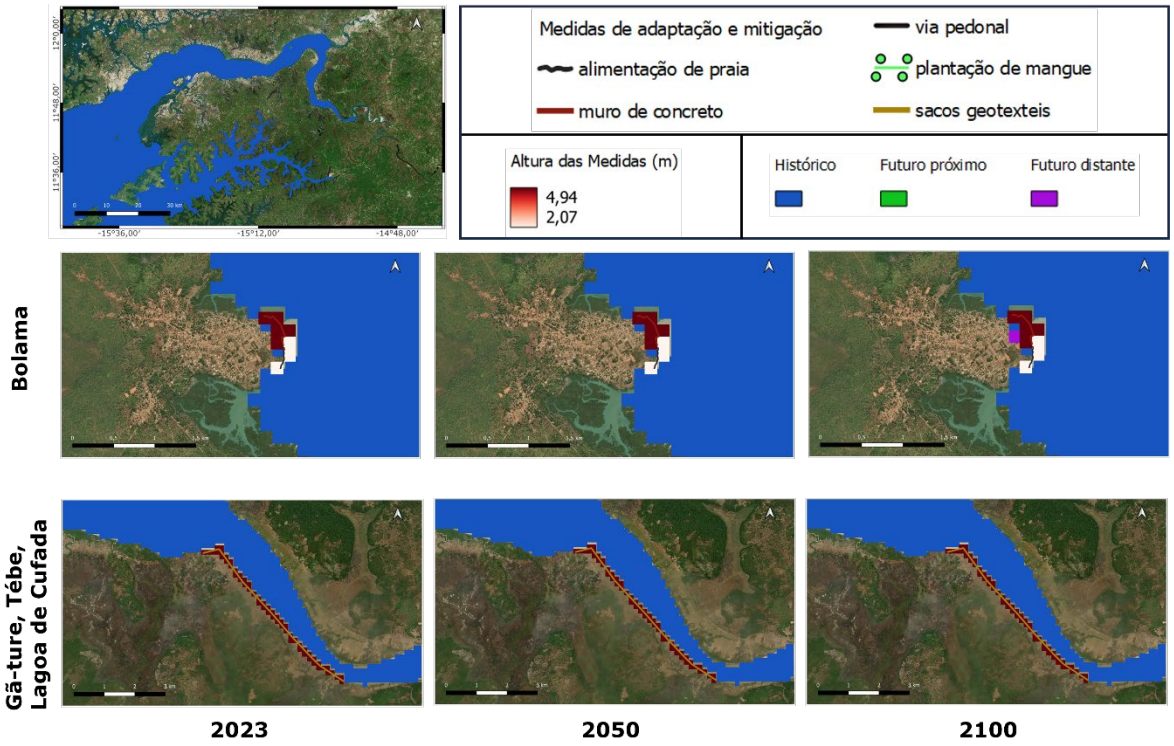


Figura 11. Avaliação da proteção das medidas propostas para as áreas pilotos do domínio 2 para os três cenários simulados. Fonte: elittoral.

O resultado da avaliação os cenários históricos, futuros próximo e distante para as medidas implementadas para as **zonas-piloto de ilha de Bubaque e Cabedu e Cacine** é mostrado na Figura 12. As medidas de proteção das duas zonas-piloto apresentaram contribuem para prevenir inundações nos 3 cenários de forma eficiente

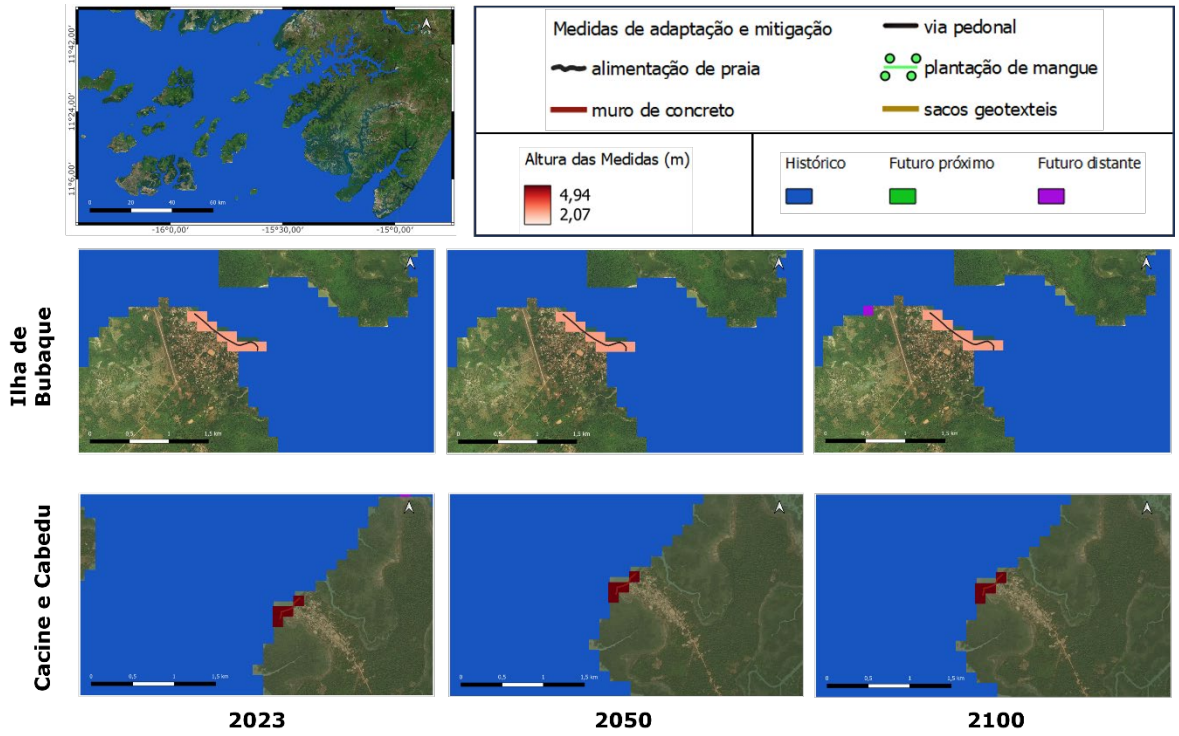


Figura 12. Avaliação da proteção das medidas propostas para as áreas pilotos do domínio 3 para os três cenários simulados. Fonte: elittoral.

Algumas áreas que estão atrás da obras de proteção apresentaram resposta à inundação e a explicação para este evento é atrelada à classificação binária, de 0 seco e 1 molhadado aplicada aos dados de topobatimetria, que reconhece os pixeles que apresentam água, mas não quer dizer que esse pixeles localizadas atrás das medidas de proteção experienciarão inundação a futuro. Tal facto, deve-se a que essas zonas são muito baixas, localizadas basicamente ao mesmo nível do mar, ou por vezes por debaixo do mesmo.

Valoração integral da implementação das medidas de adaptação e mitigação propostas

Nesta secção descreve-se o contexto em que se desenvolveu o documento, a metodologia aplicada e os principais resultados obtidos para o Entregável 4, intitulado "Valoração integral da implementação das medidas de adaptação e mitigação propostas".

1. Contexto

Os objetivos do quarto entregável foram detalhar as obras que seriam necessárias para toda a extensão das dez zonas de interesse e calcular o orçamento que seria necessário investir para a implementação das obras adaptação e mitigação aos problemas relacionados às mudanças climáticas e subida do nível do mar para cada uma das dez zonas de interesse abrangidas por este projeto.

A Tabela 5 que é o ponto de partida para o presente Entregável 4, ajudando a compreender a complexidade que representa a redução da vulnerabilidade costeira (RCVI) em cada uma das zonas de estudo.

Portanto, foi considerada a valoração económica da implementação das MAM para as zonas-piloto e também para a totalidade de cada uma das regiões de interesse do projeto. Para tal, foram detalhados os valores relativos para cada ação e o custo a distintos níveis de extensão de proteção. Também, apresentou-se mapas para cartografar a implementação das MAM de obras baseadas na natureza e/ou obras duras para toda a zona de interesse.

2. Metodologia

Para a realização dos cálculos orçamentais foram levantados os preços unitários para cada uma das medidas propostas para as zonas-piloto das dez localidades de estudo. A fim de estabelecer a valoração do custo por extensão/área da obra/medida a ser implementada para a totalidade da zona de interesse das dez localidades deste projeto, foi conduzido o mapeamento das soluções, sejam baseadas na natureza ou duras, que devem ser aplicadas. Nesse contexto, foram considerados os seguintes aspetos para o cálculo orçamental:

- Para as medidas não-mensuráveis, como elaboração de estratégia GIAL por exemplo, custo por dia de trabalho;
- Para as zonas de mangal e de praia, a recuperação da vegetação para uma faixa de 100 metros de largura desde a linha de costa para o interior;
- Para as zonas de praia, a regeneração da praia com fornecimento de areia alóctone de forma a atingir ao menos o dobro da largura atual, de maneira a possibilitar a adaptação do ambiente a subida do nível do mar e conservar este ecossistema;
- Para as infraestruturas costeiras e portuárias, a extensão da recuperação e/ou construção de muros de betão, escadas, cais, etc para aqueles sítios onde sejam necessários;
- Para as infraestruturas de funcionamento das bolanhas, a extensão da recuperação e/ou construção das obras hidráulicas e campos de lavadas de terra;
- Para a substituição das barracas, a construção de casas do tipo caneiras;
- Para a melhoria de vias de transporte, a extensão da construção de estradas pavimentadas para um trecho de conexão entre zona de cultivo/porto e aldeia ou de pontes de acesso.

Assim, o resultado final deste relatório económico por zona foi exibido no Entregável 4 em duas tabelas que identificam o custo total por medida - ou seja, cálculo do valor unitário da implementação da medida multiplicado pela sua respetiva dimensão - para as zonas-piloto e para toda a área. Ainda, é possível identificar os custos de implementação de 100%, 75%, 50%, 25 % ou 10% das MAM para a região de interesse do projeto numa terceira tabela.

3. Resultados

Os principais resultados sobre o informe socioeconómico são descritos por regiões a seguir.

Para a região de **Varela**, o principal investimento a ser feito para esta localidade seria na zona-piloto, porém outras intervenções foram propostas para a zona, como se vê na Figura 13. O orçamento previsto para cobrir todos os gastos para aplicação das MAM é mostrado na Tabela 7 e para o caso de almejar proteger a totalidade ou uma percentagem das zonas de cultivo e de praia, a Tabela 8 exibe o valor respetivo segundo a extensão da proteção que se deseja aplicar.

Tabela 7. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Varela.

Obras propostas para a zona de interesse - Varela					
Zona	**Tipologia**	**Extensão (m)**	**Área (m2)**	**Custo unitário**	**Custo total**
Varela	**Obras propostas - zona piloto**				$ 7.686.155,00
	Restauração da vegetação da praia emersa		115129	$ 12,00 (m2)	$ 1.381.548,00
		Dias estimados de trabalho		**Custo por dia**	**Custo total**
	Elaboração de uma estratégia GIAL	45		$ 472,50	$ 21.262,50
	Reforço áreas protegidas para a conservação				$ 21.262,50
	Promoção e preservação de infraestruturas verdes e azuis				$ 21.262,50
Custo total para as medidas de adaptação e mitigação para a zona de Varela					**$ 9.131.490,50**

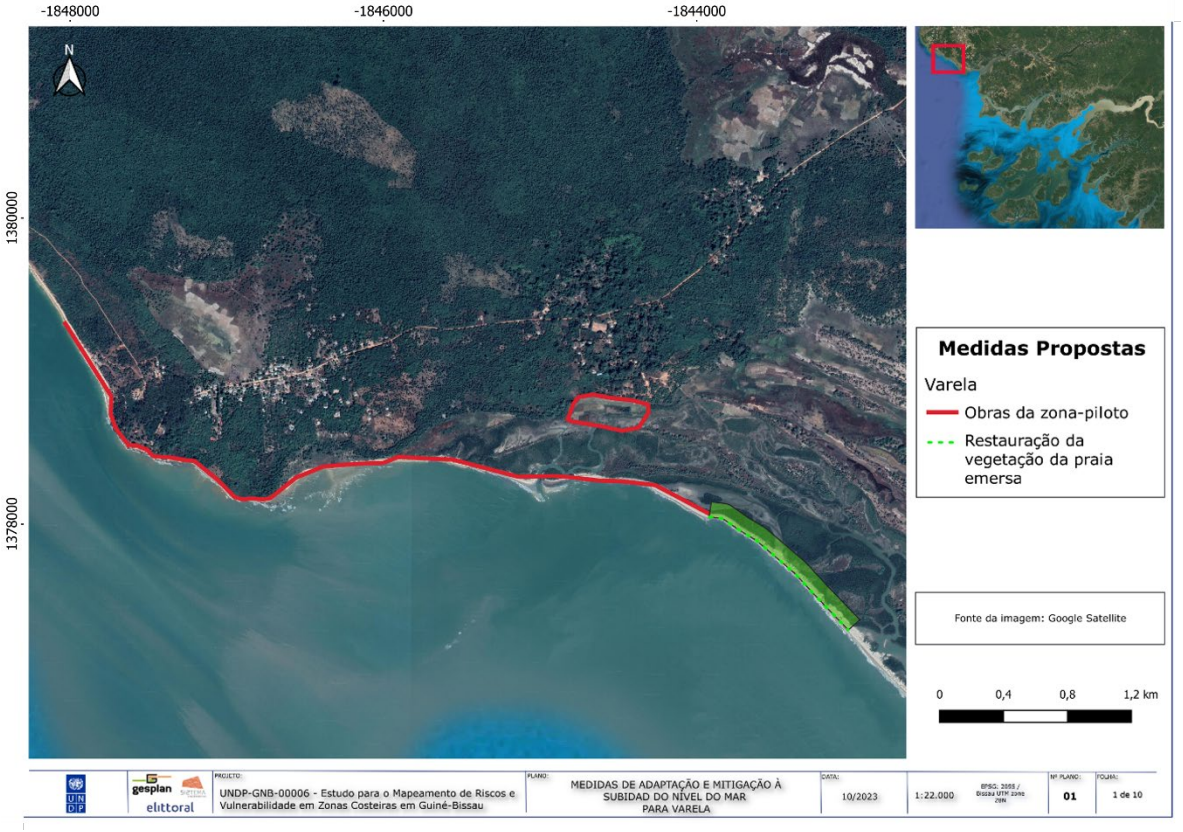


Figura 13. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Varela.

Tabela 8. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Varela.

Custo por extensão de proteção					
	100%	**75%**	**50%**	**25%**	**10%**
Regeneração de praia	$696.735,00	$522.551,25	$348.367,50	$174.183,75	$69.673,50
Restauração da vegetação da praia emersa	$4.598.520,00	$3.448.890,00	$2.299.260,00	$1.149.630,00	$459.852,00
Construção de cais	$53.000,00	$39.750,00	$26.500,00	$13.250,00	$5.300,00
Construção de muro de betão	$594.600,00	$445.950,00	$297.300,00	$148.650,00	$59.460,00
Construção de proteção com sacos geotêxtis	$1.408.500,00	$1.056.375,00	$704.250,00	$352.125,00	$140.850,00
Construção de Obras hidráulicas nas bolanhas	$98.600,00	$73.950,00	$49.300,00	$24.650,00	$9.860,00
Construção de casas do tipo Canerias	$201.200,00	$150.900,00	$100.600,00	$50.300,00	$20.120,00
Construção de estradas pavimentadas	$35.000,00	$26.250,00	$17.500,00	$8.750,00	$3.500,00

Para a região de **Edjin Odjoe - Catão**, o principal investimento a ser feito para esta localidade seria na zona-piloto, porém outras intervenções foram propostas para a zona, como se vê na Figura 14. O orçamento previsto para cobrir todos os gastos para aplicação das MAM é mostrado na Tabela 9 e para o caso de almejar proteger a totalidade ou uma percentagem das zonas de cultivo e de praia, a Tabela 10 exibe o valor respetivo segundo a extensão da proteção que se deseja aplicar.

Tabela 9. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Edjin Odjoe - Catão.

Obras propostas para a zona de interesse – Edjin Odjoe - Catão					
Zona	**Tipologia**	**Extensão (m)**	**Área (m2)**	**Custo unitário**	**Custo total**
Edjin Odjoe-Catão	**Obras propostas - zona piloto**				$ 668.792.000,00
	Restauração da vegetação da praia emersa		585241	$ 12,00 (m2)	$ 7.022.892,00
	Restauração do mangal		1016555	$ 12,00 (m2)	$ 12.198.660,00
		Dias estimados de trabalho		**Custo por dia**	**Custo total**
	Elaboração de uma estratégia GIAL	45		$ 472,50	$ 21.262,50
	Reforço áreas protegidas para a conservação				$ 21.262,50
	Promoção e preservação de infraestruturas verdes e azuis				$ 21.262,50
Custo total para as medidas de adaptação e mitigação para a zona de Edjin Odjoe - Catão					**$688.077.339,50**

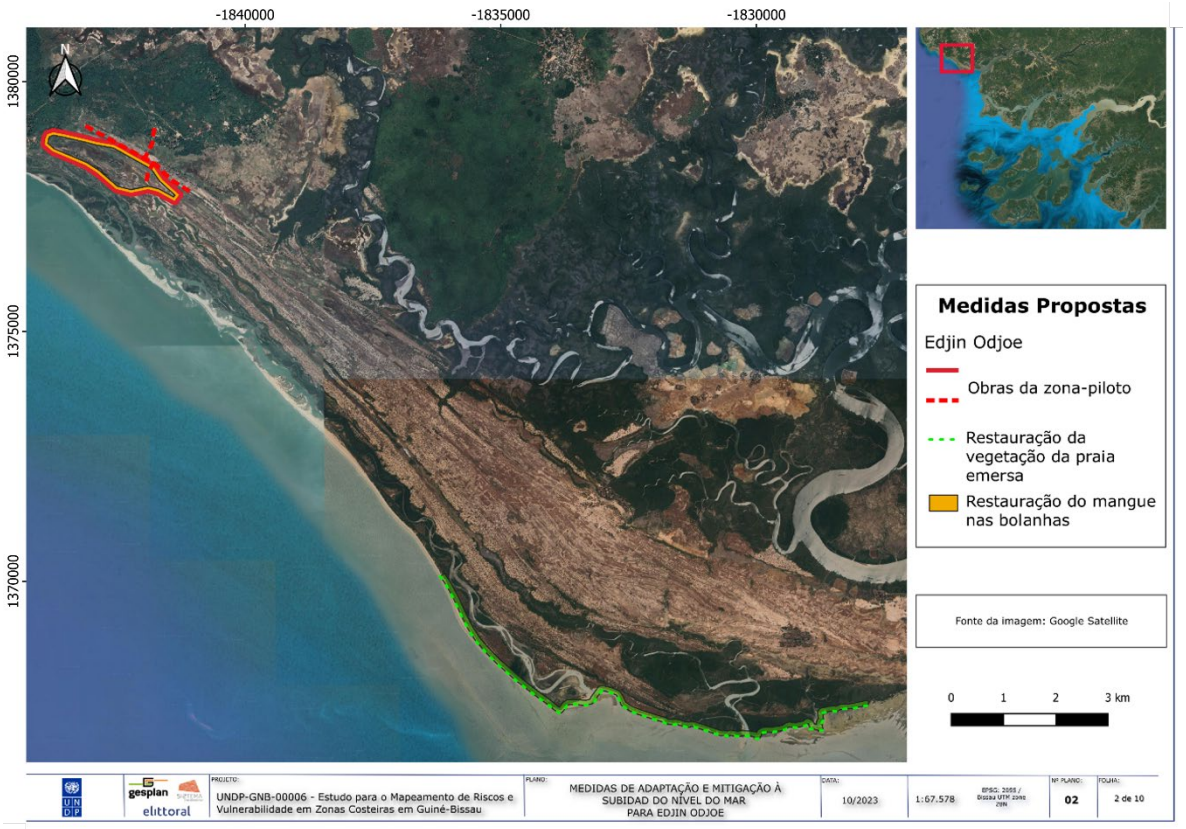


Figura 14. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Edjin Odjoe - Catão.

Tabela 10. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Edjin Odjoe - Catão.

	Custo por extensão de proteção				
	100%	**75%**	**50%**	**25%**	**10%**
Restauração da floresta de mangal	$ 7.022.892,00	$ 5.267.169,00	$ 3.511.446,00	$ 1.755.723,00	$ 702.289,20
Restauração da vegetação da praia emersa	$ 12.198.660,00	$ 9.148.995,00	$ 6.099.330,00	$ 3.049.665,00	$ 1.219.866,00
Construção de Obras hidráulicas nas bolanhas	$ 2.192.000,00	$ 1.644.000,00	$ 1.096.000,00	$ 548.000,00	$ 219.200,00
Construção de estradas pavimentadas	$ 666.600,00	$ 499.950,00	$ 333.300,00	$ 166.650,00	$ 66.660,00

Para a região de **Cacheu**, o principal investimento a ser feito para esta localidade seria na zona-piloto (Figura 15). O orçamento previsto para cobrir todos os gastos para aplicação das MAM é mostrado na Tabela 10 e para o caso de almejar proteger a totalidade ou uma percentagem da zona, a Tabela 11 exibe o valor respetivo segundo a extensão da proteção que se deseja aplicar.

Tabela 11. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Cacheu.

Obras propostas para a zona de interesse – Cacheu					
Zona	**Tipologia**	**Extensão (m)**	**Área (m2)**	**Custo unitário**	**Custo total**
Cacheu	**Obras propostas - zona piloto**				$ 18.467.008,00
		Dias estimados de trabalho		**Custo por dia**	**Custo total**
	Elaboração de uma estratégia GIAL	45		$ 472,50	$ 21.262,50
	Promoção e preservação de infraestruturas verdes e azuis				$ 21.262,50
Custo total para as medidas de adaptação e mitigação para a zona de Cacheu					**$18.509.533,00**

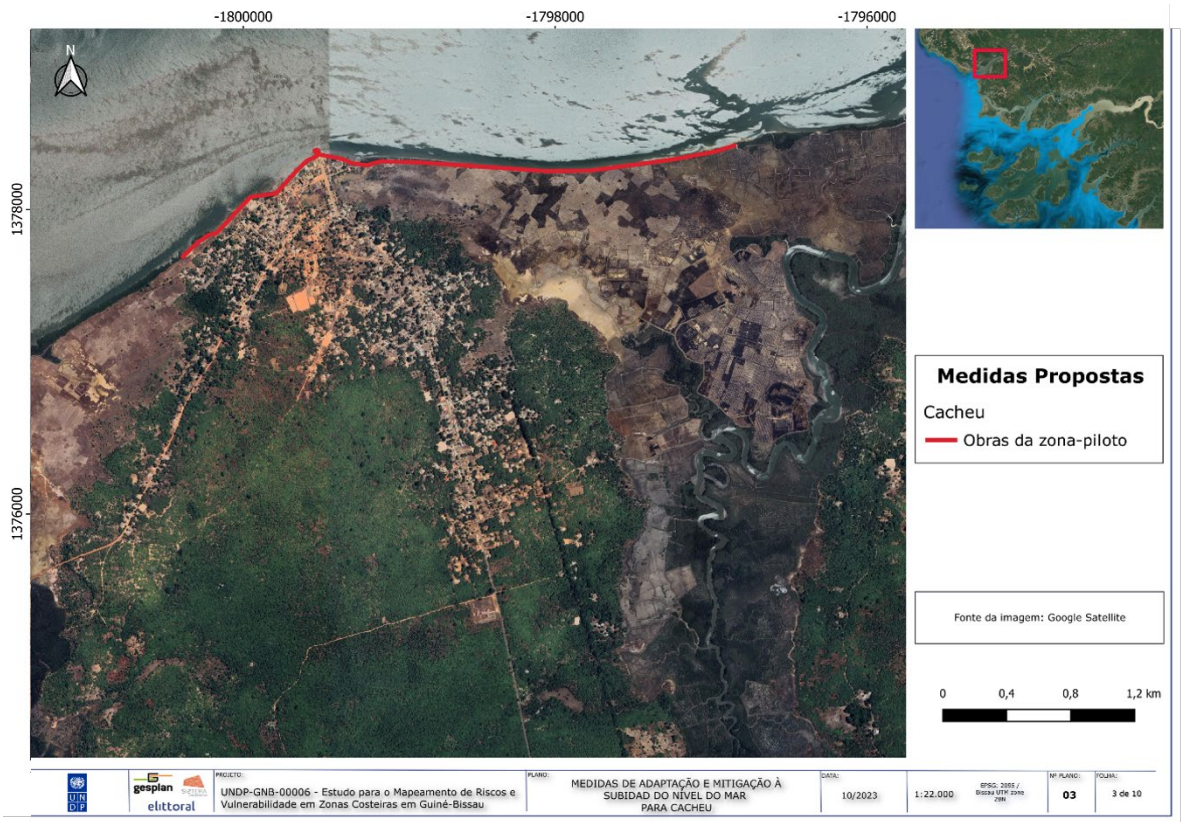


Figura 15. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cacheu.

Tabela 12. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cacheu.

Custo por extensão de proteção					
	100%	**75%**	**50%**	**25%**	**10%**
Regeneração da floresta de mangal	$3.736.008,00	$2.802.006,00	$1.868.004,00	$934.002,00	$373.600,80
Construção de cais	$302.000,00	$226.500,00	$151.000,00	$75.500,00	$30.200,00
Construção de muro de betão	$1.395.000,00	$1.046.250,00	$697.500,00	$348.750,00	$139.500,00
Reabilitação de estrutura portuária	$194.000,00	$145.500,00	$97.000,00	$48.500,00	$19.400,00
Proteção com sacos geotêxtis	$4.590.000,00	$3.442.500,00	$2.295.000,00	$1.147.500,00	$459.000,00
Construção de obras hidráulicas nas bolanhas	$8.250.000,00	$6.187.500,00	$4.125.000,00	$2.062.500,00	$825.000,00

Para a região de **Cussanja e Mansoa**, o principal investimento a ser feito para esta localidade seria na zona-piloto (Figura 16). O orçamento previsto para cobrir todos os gastos para aplicação das MAM é mostrado na Tabela 13 e para o caso de almejar proteger a totalidade ou uma percentagem da zona, a Tabela 14 exibe o valor respetivo segundo a extensão da proteção que se deseja aplicar.

Tabela 13. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Cussanja e Mansoa.

Obras propostas para a zona de interesse – Cussanja e Mansoa					
Zona	**Tipologia**	**Extensão (m)**	**Área (m2)**	**Custo unitário**	**Custo total**
Cussanja e Mansoa	**Obras propostas - zona piloto**				$9.724.180,00
		Dias estimados de trabalho		**Custo por dia**	**Custo total**
	Elaboração de uma estratégia GIAL	45		$ 472,50	$ 21.262,50
	Promoção e preservação de infraestruturas verdes e azuis				$ 21.262,50
Custo total para as medidas de adaptação e mitigação para a zona de Cussanja e Mansoa					**$9.766.705,00**

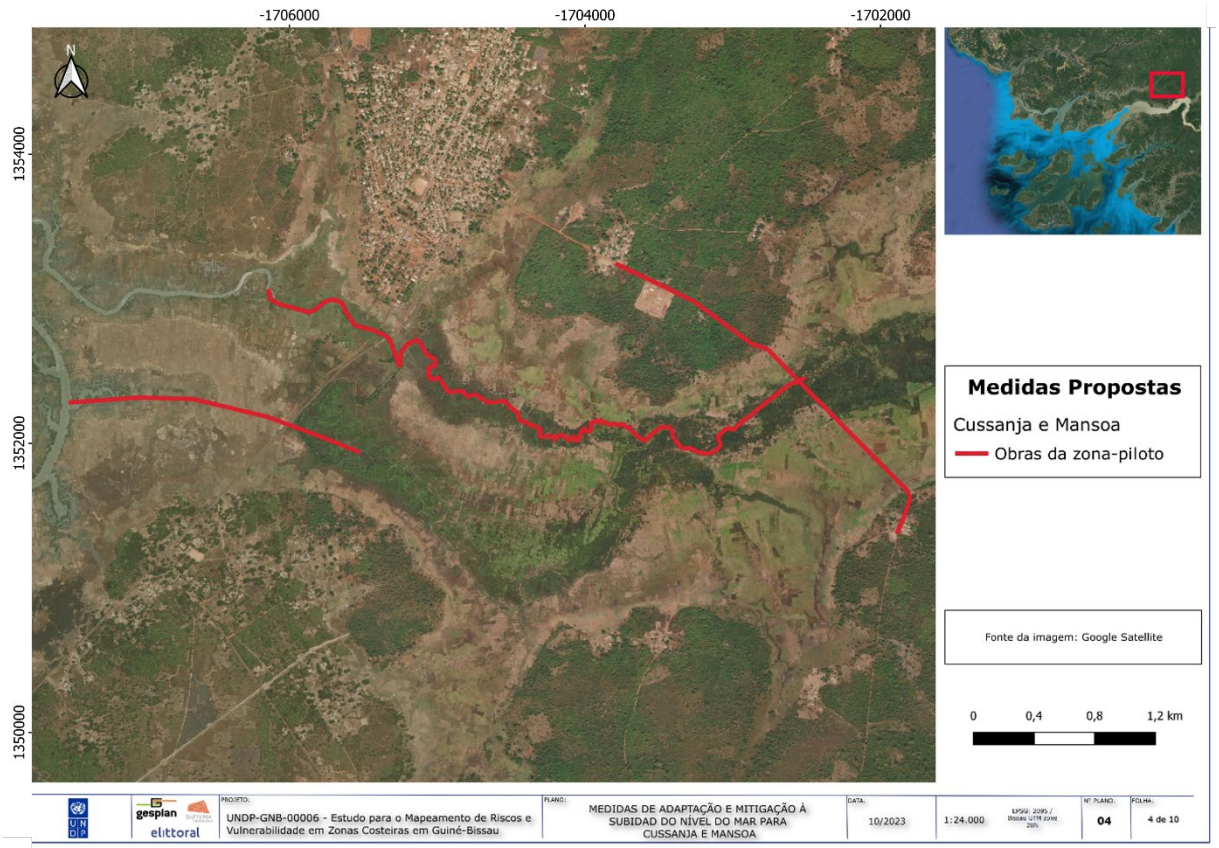


Figura 16. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cussanja e Mansoa.

Tabela 14. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cussanja e Mansoa.

Custo por extensão de proteção					
	100%	**75%**	**50%**	**25%**	**10%**
Regeneração da floresta de mangal	$5.817.180,00	$4.362.885,00	$2.908.590,00	$1.454.295,00	$581.718,00
Construção de estradas pavimentadas	$2.350.000,00	$1.762.500,00	$1.175.000,00	$587.500,00	$235.000,00
Construção de obras hidráulicas nas bolanhas	$27.000,00	$20.250,00	$13.500,00	$6.750,00	$2.700,00
Alargamento do leito do rio e desassoreamento	$1.530.000,00	$1.147.500,00	$765.000,00	$382.500,00	$153.000,00

Para a região de **Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada**, o principal investimento a ser feito para esta localidade seria na zona-piloto, porém outras partes também se beneficiarão (Figura 17). O orçamento previsto para cobrir todos os gastos para aplicação das MAM é mostrado na Tabela 15 e para o caso de almejar proteger a totalidade ou uma percentagem da zona, a Tabela 16 exibe o valor respetivo segundo a extensão da proteção que se deseja aplicar.

Tabela 15. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada.

Obras propostas para a zona de interesse – Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada					
Zona	**Tipologia**	**Extensão (m)**	**Área (m2)**	**Custo unitário**	**Custo total**
Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada	**Obras propostas - zona piloto**				$343.565.230,00
	Restauração da floresta de mangal		820596	$12,00 (m2)	$9.847.152,00
		Dias estimados de trabalho		**Custo por dia**	**Custo total**
	Elaboração de uma estratégia GIAL	45		$ 472,50	$ 21.262,50
	Promoção e preservação de infraestruturas verdes e azuis				$ 21.262,50
Custo total para as medidas de adaptação e mitigação para a zona de Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada					**$353.454.907,00**

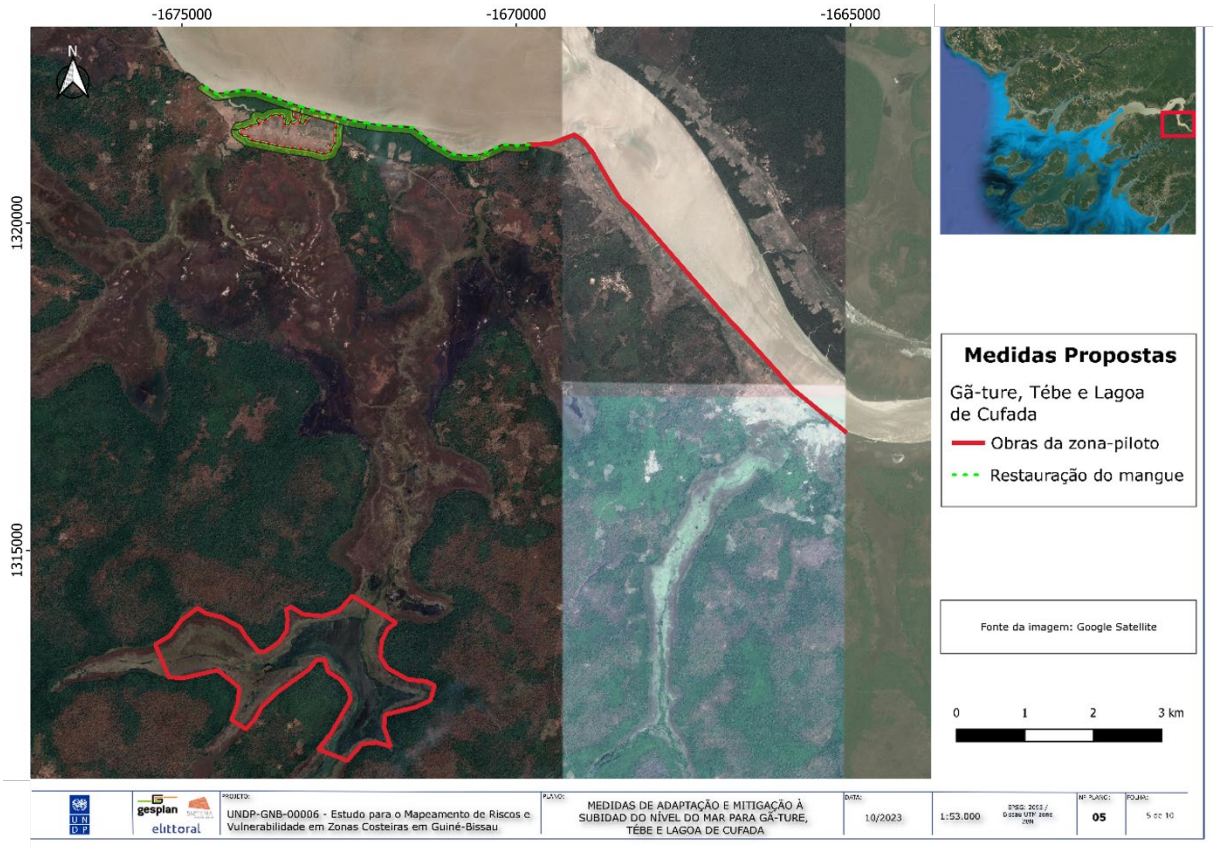


Figura 17. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada.

Tabela 16. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Gã-ture, Tébe e Lagoa de Cufada.

	Custo por extensão de proteção				
	100%	**75%**	**50%**	**25%**	**10%**
Regeneração da floresta de mangal	$9.847.152,00	$7.385.364,00	$4.923.576,00	$2.461.788,00	$984.715,20
Construção de diques de terra	$2.747.750,00	$2.060.812,50	$1.373.875,00	$686.937,50	$274.775,00
Proteção com sacos geotêxtis	$13.272.000,00	$9.954.000,00	$6.636.000,00	$3.318.000,00	$1.327.200,00
Construção de obras hidráulicas nas bolanhas	$900.000,00	$675.000,00	$450.000,00	$225.000,00	$90.000,00
Dragagem de ervas do rio	$326.592.480,00	$244.944.360,00	$163.296.240,00	$81.648.120,00	$32.659.248,00

Para a região de **Cabedu e Cacine**, o investimento a ser feito para esta localidade é mostrado na Figura 18. O orçamento previsto para cobrir todos os gastos para aplicação das MAM é mostrado na Tabela 17 e para o caso de almejar proteger a totalidade ou uma percentagem da zona, a Tabela 18 exibe o valor respetivo segundo a extensão da proteção que se deseja aplicar.

Tabela 17. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Cabedu e Cacine.

Obras propostas para a zona de interesse – Cabedu e Cacine					
Zona	**Tipologia**	**Extensão (m)**	**Área (m2)**	**Custo unitário**	**Custo total**
Cabedu e Cacine	**Obras propostas - zona piloto**				$32.121.100,00
	Restauração da floresta de mangal		14064404	$12,00 (m2)	$168.772.846,96
		Dias estimados de trabalho		**Custo por dia**	**Custo total**
	Elaboração de uma estratégia GIAL	45		$ 472,50	$ 21.262,50
	Promoção e preservação de infraestruturas verdes e azuis				$ 21.262,50
	Reforço áreas protegidas para a conservação				$ 21.262,50
Custo total para as medidas de adaptação e mitigação para a zona de Cabedu e Cacine					**$200.957.734,46**

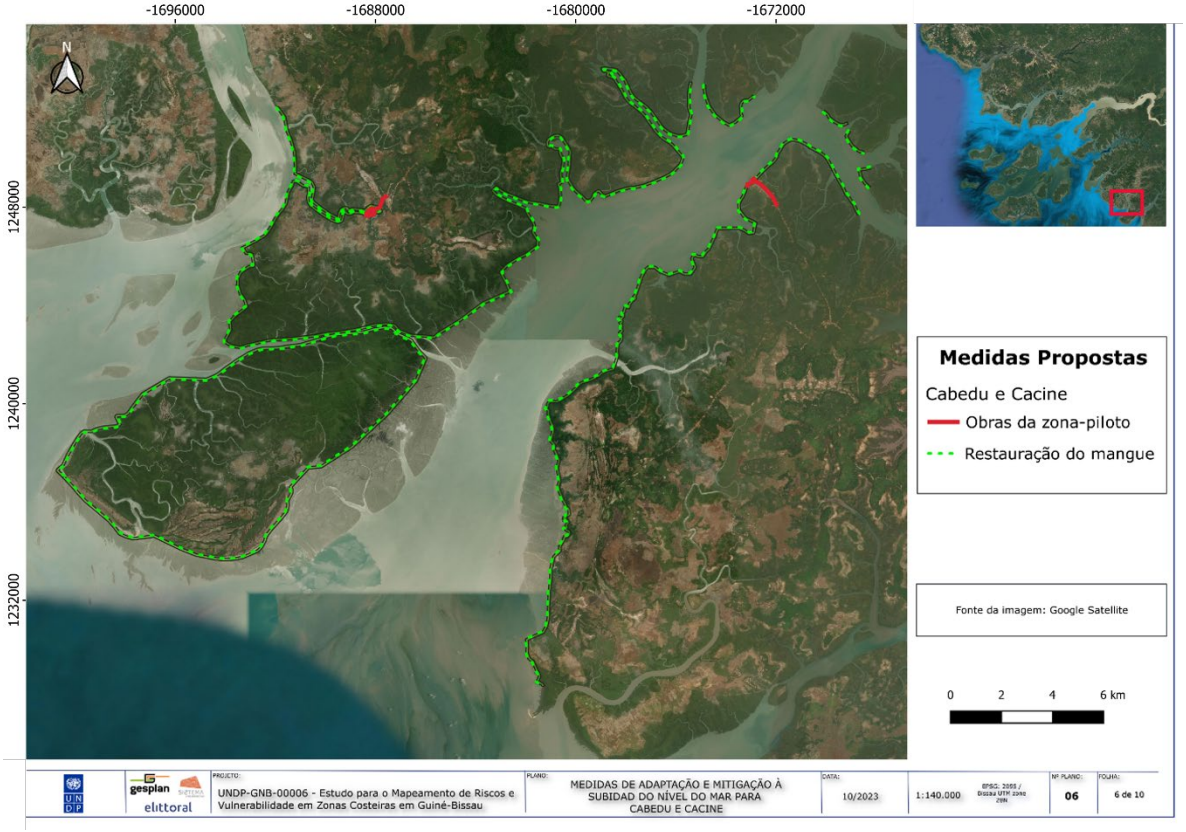


Figura 18. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cabedu e Cacine.

Tabela 18. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Cabedu e Cacine.

Custo por extensão de proteção					
	100%	**75%**	**50%**	**25%**	**10%**
Restauração da floresta de mangal	$169.426.846,96	$127.070.135,22	$84.713.423,48	$42.356.711,74	$16.942.684,70
Construção de estradas pavimentadas	$1.008.500,00	$756.375,00	$504.250,00	$252.125,00	$100.850,00
Construção de obras hidráulicas nas bolanhas	$440.500,00	$330.375,00	$220.250,00	$110.125,00	$44.050,00
Construção de ponte	$140.000,00	$105.000,00	$70.000,00	$35.000,00	$14.000,00
Reabilitação de estruturas portuárias	$168.000,00	$126.000,00	$84.000,00	$42.000,00	$16.800,00
Construção de estruturas portuárias	$397.000,00	$297.750,00	$198.500,00	$99.250,00	$39.700,00
Construção de muro de betão	$981.000,00	$735.750,00	$490.500,00	$245.250,00	$98.100,00

Para a região de **Bolama**, o investimento a ser feito para esta localidade é mostrado na Figura 19. O orçamento previsto para cobrir todos os gastos para aplicação das MAM é mostrado na Tabela 19 e para o caso de almejar proteger a totalidade ou uma percentagem da zona, a Tabela 20 exibe o valor respetivo segundo a extensão da proteção que se deseja aplicar.

Tabela 19. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Bolama.

Obras propostas para a zona de interesse - Ilha de Bolama					
Zona	**Tipologia**	**Extensão (m)**	**Área (m2)**	**Custo unitário**	**Custo total**
Bolama	**Recuperação de infraestrutura portuária (construção de cais - Bolama de Baixo)**		100	$ 600,00 (m2)	$ 60.000,00
	Regeneração de praia - Praia da Gamoreira		6603	$ 45,00 (m2)	$ 297.135,00
	Regeneração de praia - Praia de Bolama de Baixo		2355		$ 105.975,00
	Regeneração de praia - Praia de Bolama de Baixo 1 (meio)		2491		$ 112.095,00
	Regeneração de praia - Praia de Bolama de Baixo (ponta)		4716		$ 212.220,00
	Restauração da floresta de mangal		8069926	$ 12,00 (m2)	$ 96.839.112,00
	Obras propostas - zona piloto				$ 6.084.076,00
		Dias estimados de trabalho		**Custo por dia**	**Custo total**
	Elaboração de uma estratégia GIAL	45		$ 472,50	$ 21.262,50
	Reforço áreas protegidas para a conservação				$ 21.262,50
	Promoção e preservação de infraestruturas verdes e azuis				$ 21.262,50
Custo total para as medidas de adaptação e mitigação para a zona de Bolama					**$103.774.400,50**

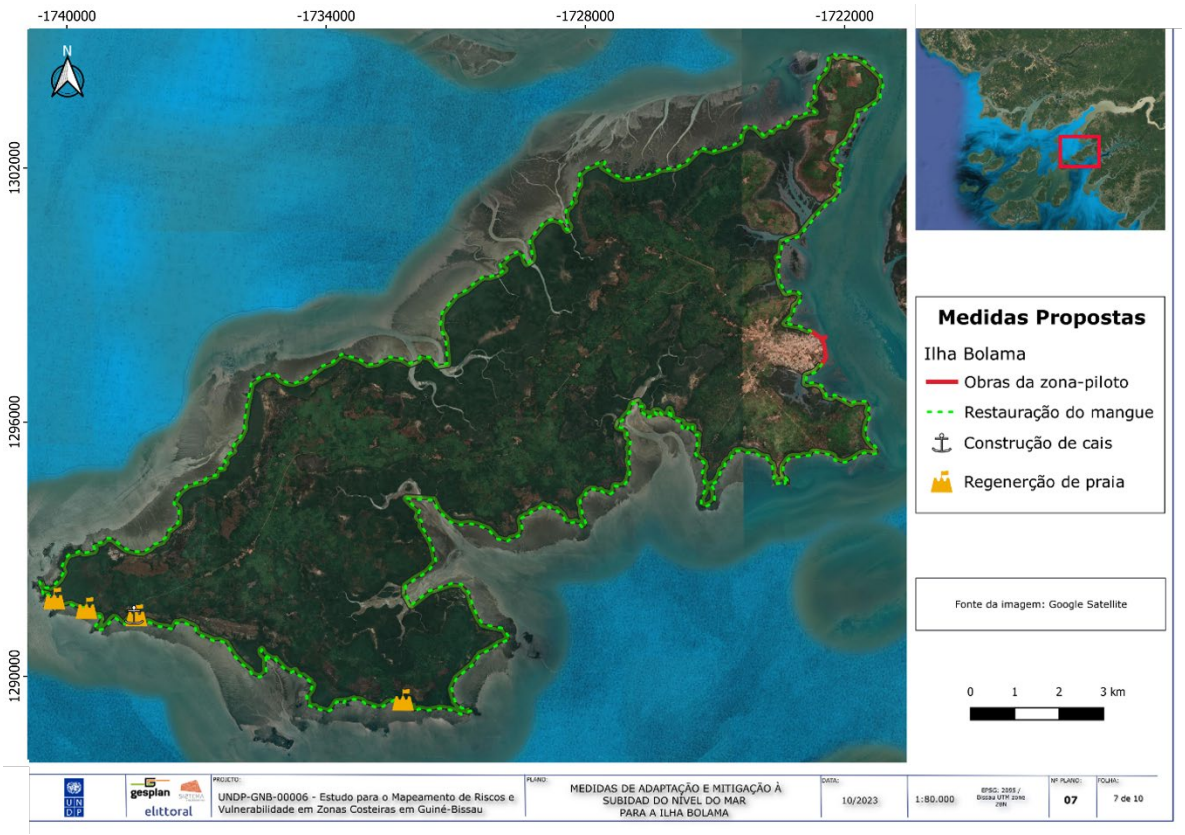


Figura 19. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Bolama.

Tabela 20. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Bolama.

	Custo por extensão de proteção				
	100%	**75%**	**50%**	**25%**	**10%**
Regeneração de praia	$ 727.425,00	$ 545.568,75	$ 363.712,50	$ 181.856,25	$ 72.742,50
Regeneração da floresta de mangal	$ 96.839.112,00	$ 72.629.334,00	$ 48.419.556,00	$ 24.209.778,00	$ 9.683.911,20
Recuperação de infraestrutura portuária	$713.000,00	$534.750,00	$356.500,00	$178.250,00	$71.300,00
Construção de muro de betão	$988.200.000,00	$741.150.000,00	$494.100.000,00	$247.050.000,00	$98.820.000,00
Construção de obras hidráulicas	$3.850.000,00	$2.887.500,00	$1.925.000,00	$962.500,00	$385.000,00
Construção de cais	$660.000,00	$495.000,00	$330.000,00	$165.000,00	$66.000,00

Para a região de **ilha de Bubaque**, o investimento a ser feito para esta localidade é mostrado na Figura 20. O orçamento previsto para cobrir todos os gastos para aplicação das MAM é mostrado na Tabela 21 e para o caso de almejar proteger a totalidade ou uma percentagem da zona, a Tabela 22 exibe o valor respetivo segundo a extensão da proteção que se deseja aplicar.

Tabela 21. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo da ilha de Bubaque.

Obras propostas para a zona de interesse – Ilha de Bubaque					
Zona	**Tipologia**	**Extensão (m)**	**Área (m2)**	**Custo Unitário**	**Custo total**
Ilha de Bubaque	**Obras propostas - zona piloto**				$4.312.670,00
	Construção de cais Dakota Eco Retreat			$120.000,00 (un)	$120.000,00
	Construção de cais leste Bubaque				$120.000,00
	Construção de cais noroeste Bubaque				$120.000,00
	Construção de cais norte Bubaque				$120.000,00
	Construção de cais sul Bubaque				$120.000,00
	Construção de muro de betão norte Bubaque	525		$1.100,00 (m)	$577.500,00
	Construção de muro de betão leste Bubaque	758			$833.800,00
	Construção de muro de betão noroeste Bubaque	584			$642.400,00
	Construção de muro de betão Dakota Eco Retreat	484			$532.400,00
	Construção de muro de betão praia de Bruce	233			$256.300,00
	Construção de muro de betão Wefa Hotel	263			$289.300,00
	Regeneração de praia noroeste Bubaque		4455	$45,00 (m2)	$200.475,00
	Regeneração de praia selvagem leste Bubaque		4061		$182.745,00
	Regeneração de praia Hidden beach		5190		$233.550,00
	Regeneração de praia Etikorete		4959		$223.155,00
	Regeneração de praia de Bruce / Punta Canapá		130912		$5.891.040,00
	Regeneração de praia selvagem sul 1		9292		$418.140,00
	Regeneração de praia selvagem sul 2		19152		
	Restauração do mangal		4267755	$12,00 (m2)	$51.213.055,80

	Dias estimados de trabalho	**Custo por dia**	**Custo total**
Elaboração de uma estratégia GIAL	45	$ 472,50	$ 21.262,50
Reforço áreas protegidas para a conservação			$ 21.262,50
Promoção e preservação de infraestruturas verdes e azuis			$ 21.262,50

Custo total para as medidas de adaptação e mitigação para a zona da ilha de Bubaque	**$67.332.158,30**

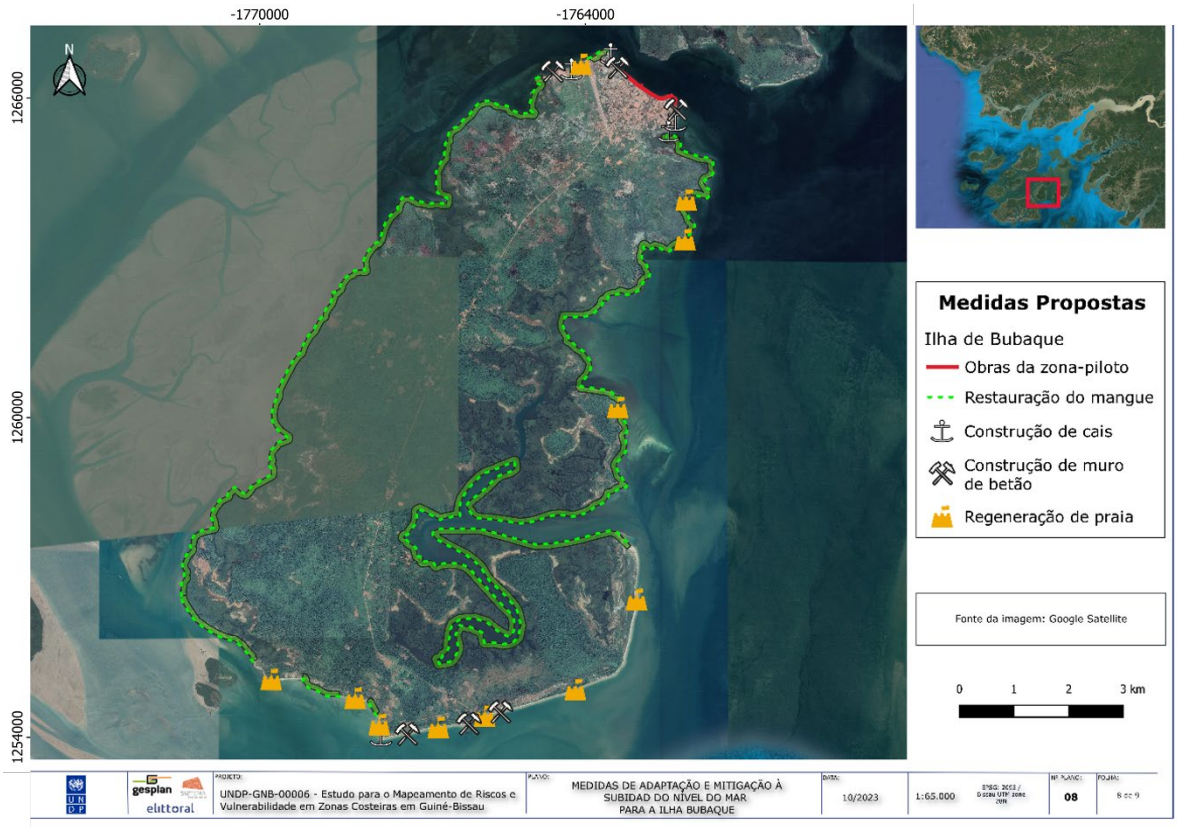


Figura 20. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a ilha de Bubaque.

Tabela 22. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a ilha de Bubaque.

Custo por extensão de proteção					
	100%	**75%**	**50%**	**25%**	**10%**
Regeneração de praia	$8.010.945,00	$6.008.208,75	$4.005.472,50	$2.002.736,25	$801.094,50
Restauração da floresta de mangal	$51.213.055,80	$38.409.791,85	$25.606.527,90	$12.803.263,95	$5.121.305,58
Construção de cais	$600.000,00	$450.000,00	$300.000,00	$150.000,00	$60.000,00
Construção de muro de betão	$3.131.700,00	$2.348.775,00	$1.565.850,00	$782.925,00	$313.170,00

Para a região de **Uno**, o investimento a ser feito para esta localidade é mostrado na Figura 21. O orçamento previsto para cobrir todos os gastos para aplicação das MAM é mostrado na Tabela 23 e para o caso de almejar proteger a totalidade ou uma percentagem da zona, a Tabela 24 exibe o valor respetivo segundo a extensão da proteção que se deseja aplicar.

Tabela 23. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Uno.

Obras propostas para a zona de interesse - Ilha Uno					
Zona	**Tipologia**	**Extensão (m)**	**Área (m2)**	**Custo unitário**	**Custo total**
Uno	**Regeneração de praia**		394460	$45,00 (m2)	$17.750.700,00
	Construção de cais			$53.000,00 (un)	$53.000,00
	Construção de muro de betão	357		$1.800,00 (m)	$642.600,00
	Restauração da vegetação da praia emersa		4669000	$12,00 (m2)	$56.028.000,00
		Dias estimados de trabalho		**Custo por dia**	**Custo total**
	Elaboração de uma estratégia GIAL	45		$ 472,50	$ 21.262,50
	Reforço áreas protegidas para a conservação				$ 21.262,50
	Promoção e preservação de infraestruturas verdes e azuis				$ 21.262,50
Custo total para as medidas de adaptação e mitigação para a zona de Uno					**$74.538.087,50**

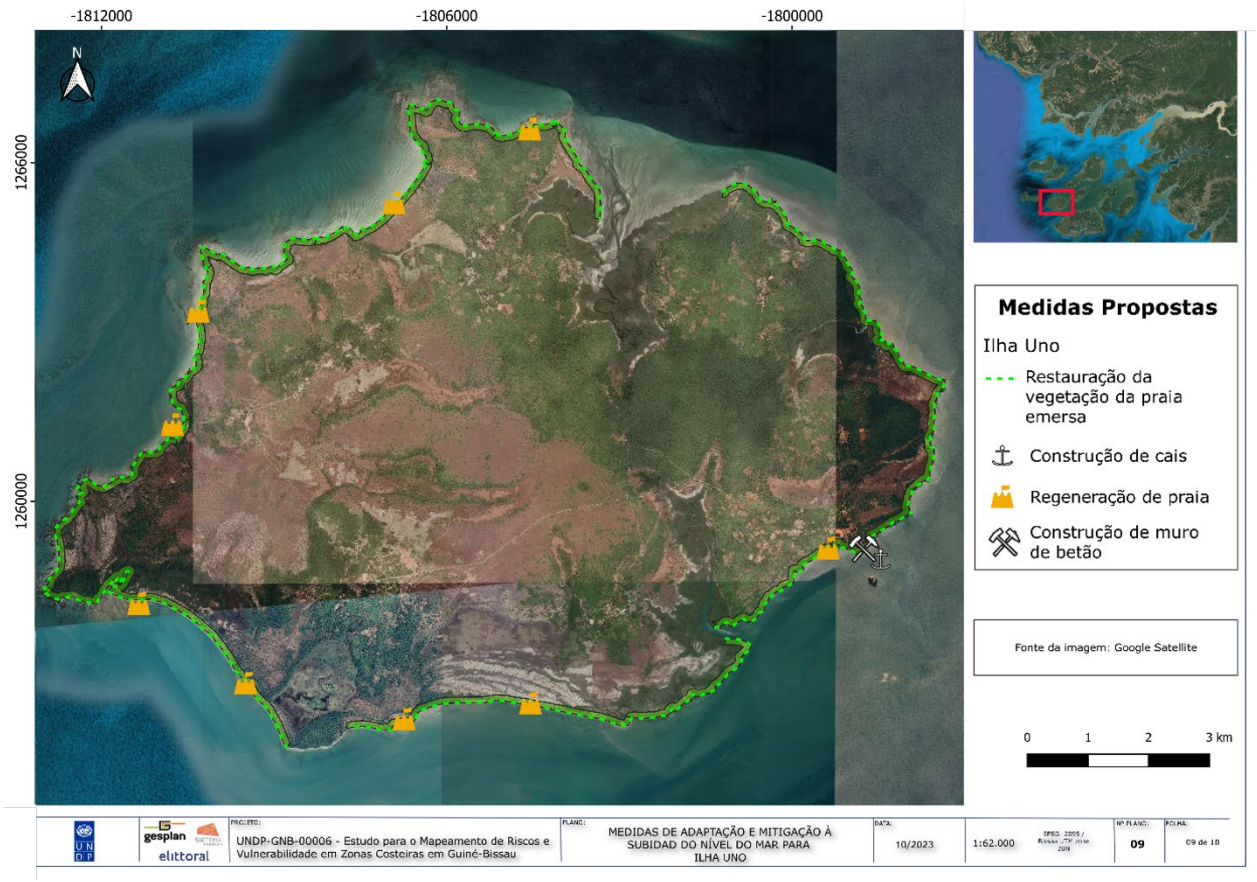


Figura 21. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Uno.

Tabela 24. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Uno.

	Custo por extensão de proteção				
	100%	**75%**	**50%**	**25%**	**10%**
Restauração da vegetação da praia emersa	$56.028.000,00	$42.021.000,00	$28.014.000,00	$14.007.000,00	$5.602.800,00
Regeneração de praia	$17.750.700,00	$13.313.025,00	$8.875.350,00	$4.437.675,00	$1.775.070,00
Construção de muro de betão	$642.600,00	$481.950,00	$321.300,00	$160.650,00	$64.260,00
Construção de cais	$53.000,00	$39.750,00	$26.500,00	$13.250,00	$5.300,00

Para a região de **Caravela**, o investimento a ser feito para esta localidade é mostrado na Figura 22. O orçamento previsto para cobrir todos os gastos para aplicação das MAM é mostrado na Tabela 25 e para o caso de almejar proteger a totalidade ou uma percentagem da zona, a Tabela 26 exibe o valor respetivo segundo a extensão da proteção que se deseja aplicar.

Tabela 25. Custo total das medidas de adaptação e mitigação para a totalidade da região de estudo de Caravela.

Obras propostas para a zona de interesse - Ilha de Caravela					
Zona	**Tipologia**	**Extensão (m)**	**Área (m2)**	**Custo unitário**	**Custo total**
Caravela	Obras propostas - zona piloto				$4.231.000,00
	Construção de casas tipo caneiras	100		$20.000,00 (un)	$2.000.000,00
	Remoção barracas	vg		$30.000,00	$30.000,00
	Regeneração de praia		207755	$45,00 (m2)	$9.348.975,00
	Construção de cais			$53.000,00	$53.000,00
	Restauração da vegetação da praia emersa		3419634	$12,00 (m2)	$41.035.608,00

	Dias estimados de trabalho	**Custo por dia**	**Custo total**
Elaboração de uma estratégia GIAL	45	$ 472,50	$ 21.262,50
Reforço áreas protegidas para a conservação			$ 21.262,50
Promoção e preservação de infraestruturas verdes e azuis			$ 21.262,50

Custo total para as medidas de adaptação e mitigação para a zona de Caravela	**$56.762.370,50**

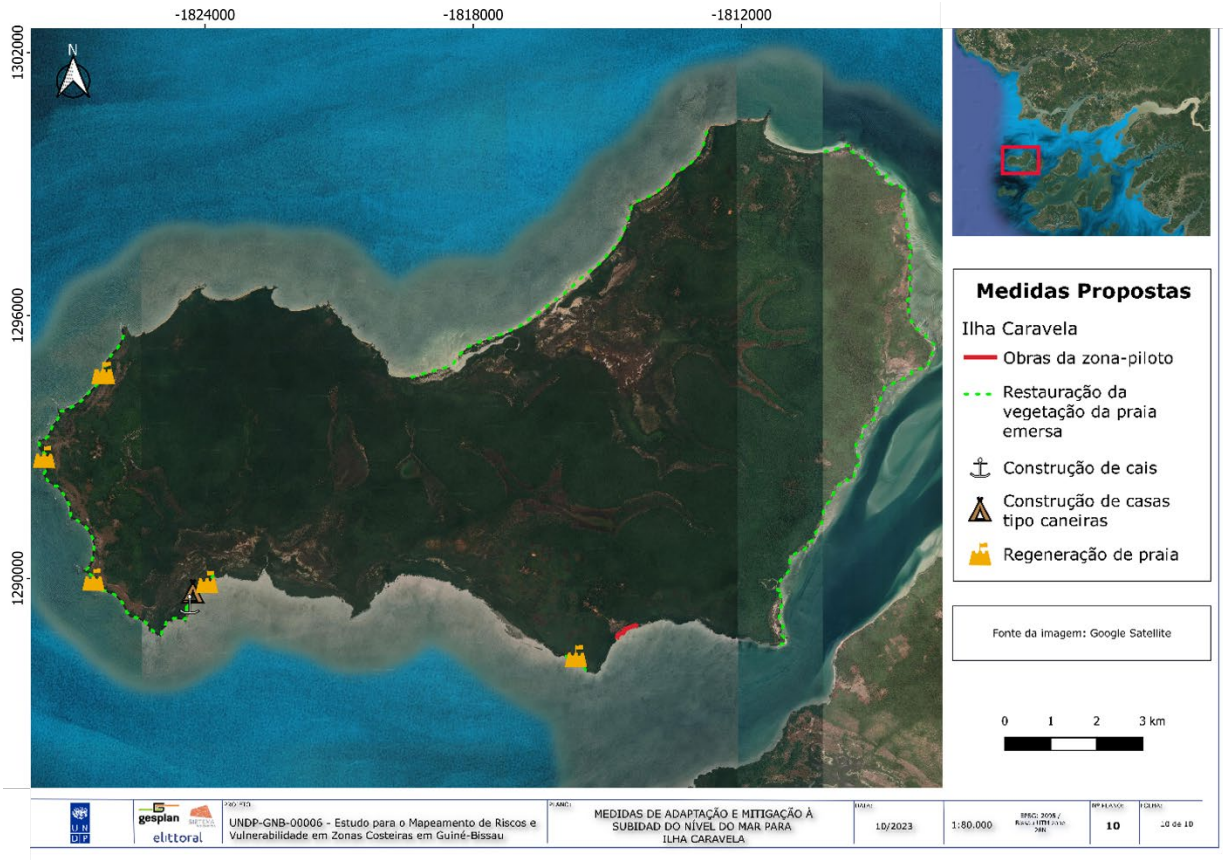


Figura 22. Plano das medidas de adaptação e mitigação para a região de Caravela.

Tabela 26. Custo por percentagem de implementação das medidas de adaptação e mitigação para a região de Caravela.

	Custo por extensão de proteção				
	100%	**75%**	**50%**	**25%**	**10%**
Restauração da vegetação da praia emersa	$41.035.608,00	$30.776.706,00	$20.517.804,00	$10.258.902,00	$4.103.560,80
Regeneração de praia	$9.348.975,00	$7.011.731,25	$4.674.487,50	$2.337.243,75	$934.897,50
Construção de estradas pavimentadas	$1.050.000,00	$787.500,00	$525.000,00	$262.500,00	$105.000,00
Construção de infraestuturas portuárias	$98.000,00	$73.500,00	$49.000,00	$24.500,00	$9.800,00
Construção de cais	$53.000,00	$39.750,00	$26.500,00	$13.250,00	$5.300,00
Construção de casas do tipo Canerias	$2.030.000,00	$1.522.500,00	$1.015.000,00	$507.500,00	$203.000,00

Considerações Finais

Após a conclusão deste projeto, o consórcio gostaria de agradecer ao PNUD pela confiança e oportunidade de realizar o estudo cartográfico para a identificação e gestão de riscos e vulnerabilidades costeiras na Guiné-Bissau.

Igualmente, o consórcio agradece o profissionalismo e dedicação que a Unidade de Proteção Costeira, chefiada pela Investigadora Principal nomeada para este Projeto, a Sra. Mary Seck, que demonstrou ao longo do desenvolvimento de cada uma das tarefas, tornando possível o sucesso do projeto.

Por fim, o consórcio agradece a todos os colaboradores nacionais pelo exercício de transmissão de conhecimentos e experiências; o que, juntamente com a visão de campo proporcionada pelas comunidades e especialistas locais, nos permitiu cumprir os objetivos do projeto.

Este projeto permitiu à elittoral, à Gesplan e à Sistemas, empresas que conformam o consórcio, a adquirir um conhecimento aprofundado da zona costeira, insular e fluvial da Guiné-Bissau, a serem capazes de identificar todo o potencial do capital natural nacional, e experienciar em primeira mão a riqueza da sua geografia e a resiliência dos seus habitantes com a missão de campo realizada em maio/23. Do mesmo modo, a visita de campo e a revisão da informação bibliográfica e das fontes secundárias forneceram a informação de base para identificar a vulnerabilidade costeira, os principais problemas e as suas causas profundas.

Com base neste conhecimento aprofundado, o consórcio utilizou toda a experiência conjunta da sua equipa técnica, os melhores modelos numéricos e a melhor tecnologia de imagens aéreas, para determinar o Índice de Vulnerabilidade Costeira de cada uma das dez (10) áreas de estudo, critério de partida para gerar a cartografia base do projeto.

Com o diagnóstico atualizado, a equipa técnica do consórcio adaptou diferentes metodologias utilizadas na região (WACA) e no mundo para propor um pacote abrangente de medidas para adaptar e mitigar os efeitos que as alterações climáticas estão a gerar na costa da Guiné-Bissau. Estas medidas incluem o desenvolvimento de instrumentos de planeamento e políticas públicas para o ordenamento do território; obras baseadas no capital natural e obras de engenharia duras.

Com as medidas de mitigação e adaptação definidas, o consórcio levou a cabo um plano piloto de intervenção, tomando dez (10) zonas-piloto dentro das áreas de estudo, onde foi proposta de

forma abrangente a utilização de medidas adequadas validadas pelas equipas locais, procurando reduzir significativamente a vulnerabilidade costeira dentro das áreas de estudo. Este plano-piloto gerou uma janela de oportunidade para extrapolar a eficiência das medidas propostas para toda a orla costeira.

Uma vez identificadas as potenciais medidas a implementar nas localidades de interesse, foi elaborada uma avaliação económica que permite a identificação preliminar de dois conceitos fundamentais para abordar o problema do ponto de vista governamental e, claro, prático:

1. O custo estimado por metro linear ou unidade de medida para a sua implementação a valor presente, e

2. O valor conceitual de decidir não agir

As duas informações acima permitirão uma gestão informada do preço da decisão que o governo decidir tomar.

Para facilitar a implementação das medidas propostas, o consórcio concebeu uma metodologia que permite identificar o efeito de cada medida, em cada uma das áreas, na redução da vulnerabilidade; bem como a possibilidade de identificar com precisão o efeito, no caso de decidir por condições práticas, de implementar o plano proposto em fases e zonas.

Vale salientar que este estudo requer, para a sua implementação final, a atualização da base topográfica e batimétrica, o que permite garantir a exatidão de cada uma das medições propostas. Por último, e face ao desafio que representa a proteção da costa da Guiné-Bissau, o consórcio manifesta toda a sua disponibilidade, de mãos dadas com o PNUD e o Governo da Guiné-Bissau, para levar a cabo as tarefas consideradas necessárias para reduzir o elevado nível de vulnerabilidade evidenciado através deste documento.