

Capítulo 7

Situação de Referência Ambiental - em Alto
Mar e Próximo da Costa

ÍNDICE

7	SITUAÇÃO AMBIENTAL DE REFERÊNCIA - ALTO MAR E PRÓXIMO DA COSTA	7-1
7.1	INTRODUÇÃO	7-1
7.2	RESUMO	7-1
7.2.1	<i>Ambiente em Alto Mar</i>	7-1
7.2.2	<i>Ambiente Próximo da Costa</i>	7-2
7.3	FONTES DE INFORMAÇÃO	7-3
7.3.1	<i>Fontes Bibliográficas</i>	7-3
7.3.2	<i>Levantamentos da Situação de Referência e a Área de Estudo</i>	7-3
7.4	CONTEXTO REGIONAL - ARQUIPÉLAGO DAS QUIRIMBAS	7-4
7.5	AMBIENTE EM ALTO MAR- CONDIÇÕES FÍSICAS	7-7
7.5.1	<i>Levantamento da Situação de Referência e Área de Estudo</i>	7-7
7.5.2	<i>Principais Padrões de Circulação e Correntes</i>	7-9
7.5.3	<i>Propriedades da Água</i>	7-13
7.5.4	<i>Características do Leito do Mar</i>	7-18
7.6	AMBIENTE EM ALTO MAR - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	7-24
7.6.1	<i>Plâncton</i>	7-24
7.6.2	<i>Bentos</i>	7-25
7.6.3	<i>Estruturas de Recife</i>	7-28
7.6.4	<i>Peixes</i>	7-33
7.6.5	<i>Baleias e Golfinhos</i>	7-34
7.6.6	<i>Aves marinhas</i>	7-38
7.7	AMBIENTE PRÓXIMO DA COSTA - CONDIÇÕES FÍSICAS	7-40
7.7.1	<i>Levantamentos da Situação de Referência e Área de Estudo</i>	7-40
7.7.2	<i>Batimetria</i>	7-42
7.7.3	<i>Marés e Correntes</i>	7-44
7.7.4	<i>Ondas</i>	7-45
7.7.5	<i>Coluna de Água - Propriedades</i>	7-46
7.7.6	<i>Propriedades dos Sedimentos e Características do Leito do Mar</i>	7-54
7.7.7	<i>Transporte de Sedimentos</i>	7-60
7.7.8	<i>Principais Tipos de Linha Costeira</i>	7-60
7.8	AMBIENTE PRÓXIMO DA COSTA - HABITATS MARINHOS	7-61
7.8.1	<i>Praias Arenosas e/Plataformas Arenosas/Lodosas das Zonas Supra-marés</i>	7-61
7.8.2	<i>Mangais</i>	7-66
7.8.3	<i>Ervas Marinhas</i>	7-69
7.8.4	<i>Coral</i>	7-73
7.8.5	<i>Recifes de Corais Rasos e Afloramentos</i>	7-75
7.8.6	<i>Recifes de Coral</i>	7-78
7.9	AMBIENTE PRÓXIMO DA COSTA - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	7-99
7.9.1	<i>Peixes</i>	7-99
7.9.2	<i>Tartarugas</i>	7-102
7.9.3	<i>Baleias e Golfinhos</i>	7-102
7.9.4	<i>Aves Marinhas</i>	7-103

7 SITUAÇÃO AMBIENTAL DE REFERÊNCIA - ALTO MAR E PRÓXIMO DA COSTA

7.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo efectua uma descrição dos aspectos físicos e biológicos do ambiente do Projecto em alto mar e próximo da costa marítima e encontra-se estruturado da seguinte forma:

- *Secção 7.2:* Resumo;
- *Secção 7.3:* Fontes de Informação;
- *Secção 7.4:* Contexto Regional - Arquipélago das Quirimbas;
- *Secção 7.5:* Ambiente em Alto Mar - Condições Físicas;
- *Secção 7.6:* Ambiente em Alto Mar - Principais Características Biológicas;
- *Secção 7.7:* Ambiente Próximo da Costa - Condições Físicas;
- *Secção 7.8:* Ambiente Próximo da Costa - Habitats Marinhos; e
- *Secção 7.9:* Ambiente Próximo da Costa - Principais Características Biológicas

7.2 RESUMO

7.2.1 *Ambiente em Alto Mar*

Os campos de gás Golfinho, Prosperidade e Mamba em alto mar estão localizados no mar, em águas profundas oceânicas da plataforma continental extremamente estreita, a profundidades entre 1.500 a 2.300m. Poder-se-ão encontrar desfiladeiros submarinos nesta área, caracterizados sobretudo por sedimentos não- consolidados. Os perfis de temperatura, salinidade ⁽¹⁾ e de oxigénio dissolvido na Área de Estudo em Alto Mar mostram uma camada superior mista bem desenvolvida, sustentada por uma forte termoclina. Os níveis de turvação de coluna de água são na sua maioria baixos, <0,5 mg/l, com níveis elevados nas camadas superficiais muito próximas e uma elevação em turvação menor nas profundidades correspondentes à base da camada superior mista / topo da termoclina. Os sedimentos no leito do mar estão mal ordenados indicando múltiplas fontes de sedimentos, e um ambiente de baixa energia próximo do leito do mar.

Nas águas profundas poder-se-ão encontrar igualmente estruturas de recifes de baixo e alto relevo, e é provável que sejam encontradas em toda a área dos campos de gás em alto mar. A biodiversidade é maior nos recifes em alto relevo, embora, aparentemente, não suportem altas densidades de fauna.

(1) Salinidade refere-se ao teor de sal dissolvido na água do mar.

As espécies de peixes pelágicos e mesopelágicos encontram-se amplamente distribuídas. Em águas profundas, foram observadas algumas espécies de peixes e bentos, as quais aparentam serem novas para a ciência, não tendo sido anteriormente descritas taxonomicamente. A megafauna, tal como baleias, golfinhos e tartarugas, juntamente com as aves marinhas pelágicas estão presentes na região e estas incluem espécies consideradas em Perigo, Vulneráveis ou Quase Ameaçadas, de acordo com a Lista Vermelha da IUCN de espécies ameaçadas (IUCN, 2011). As faixas de distribuição desta fauna são verdadeiramente grandes em comparação com as escalas de distância dos campos de gás que estão propostas para o empreendimento.

7.2.2 *Ambiente Próximo da Costa*

A profundidade do canal na área central da Baía de Palma atinge os 50m. As ilhas de Tecomaji e Rongui situam-se no limite da plataforma continental, onde as profundidades de água superiores a 350m ocorrem a uma distância de 2,5 km das ilhas.

A Baía de Palma é um ambiente de água geralmente transparente, com baixos níveis de turvação. As temperaturas e salinidade encontram-se normalmente em torno dos 30°C e 35 unidades de salinidade práticas (PSU), respectivamente. Os sedimentos superficiais consistem principalmente de areia ou areia lamacenta. As taxas de transporte de sedimentos são baixas na baía, devido ao clima de ondas benigno. As concentrações de metais pesados observados foram baixas. Pequenas formações semelhantes a crateras, com 10 m de diâmetro e 1 a 3 m de profundidade com fundo rochoso ou com rocha e coral nos seus centros foram observadas próximas do centro da Baía de Palma.

Os tipos principais de linha de costa da Baía de Palma são de rocha entre-marés, praias arenosas supra-marés íngremes, mangais e bancos de areia/plataformas lodosas. A zona entre-marés parece ser altamente produtiva e biologicamente diversa. Existem extensões de mangais, tanto maiores como menores, localizadas na Baía de Palma.

Os tapetes de ervas marinhas, que suportam uma ampla variedade de fauna, incluindo ouriços, estrelas-do-mar, pepinos do mar, esponjas, e colónias de tunicatos (ascídias) e moluscos-bivalve pinnidae, encontram-se distribuídas por toda a Baía de Palma em substratos arenosos a partir do nível médio da maré da zona entre-maré até profundidades de 6 a 8m. As espécies presentes são amplamente distribuídas na costa oriental Africana e, particularmente, no Arquipélago das Quirimbas.

Os recifes de coral na Baía de Palma incluem *Porites* denominadas afloramentos ou "bommies" com pequenas ramificações (*Acropora*) e outras formas, distribuídas nas extensões de tapetes de ervas marinhas e entre elas, principalmente no oeste e sul da Baía de Palma; Diversos afloramentos de coral ocorrem no lado costeiro das ilhas de Tecomaji, Rongui e Queramimbi; e recife altamente diversificado e recifes em franja na Península de Cabo

Delgado e a este das ilhas. Há importantes características estruturais de recife a norte de Tecomaji, entre Tecomaji e Rongui e a sul da Ilha de Rongui, que são biologicamente diversificadas embora a evidência de danos (devido a condições meteorológicas extremas e actividades pesqueiras) sejam passíveis de observação em cada área. Existem vários graus de desenvolvimento dos recifes entre Tecomaji e Rongui e a zona sul entre as ilhas apresenta um segmento relativamente menor de recife contínuo com mais segmentos de areia no centro e no lado norte.

As espécies de peixes associadas a recifes e os tapetes de ervas marinhas são abundantes e diversificados. Cinco espécies de tartarugas podem ser encontradas no Arquipélago de Quirimbas, todas as quais são espécies protegidas. As praias do continente na Baía de Palma são íngremes e os níveis de maré alta estendem-se ao topo da praia, tornando-as impróprias para a nidificação das tartarugas. Um número de espécies de baleias e golfinhos foi registado na proximidade da costa, muitos das quais conhecidos por entrarem na Baía de Palma como, por exemplo, as baleias-corcunda e o golfinho-narigudo.

A Baía de Palma foi identificada como um local com potencial para o desenvolvimento de aquacultura de gaiola e produção de algas (INAQUA, 2011). Em 2011, cerca de 10ha da baía foram declarados como “Reserva Marinha” pelo Decreto nº 71/2011 de 30 de Dezembro. Não são conhecidas farmas de aquacultura propostas ou activas na baía. Para mais detalhes veja o *Capítulo 9*.

7.3 *FONTES DE INFORMAÇÃO*

7.3.1 *Fontes Bibliográficas*

A informação fornecida neste capítulo de descrição da situação de referência foi recolhida a partir de uma ampla variedade de fontes. Baseia-se na revisão e análise da informação existente, incluindo os dados reunidos para os EIAs da fase de pesquisa do Projecto (para Área 1 e Área 4), e de outros relatórios e estudos disponíveis. Estes encontram-se referenciados sempre que aplicável ao longo do texto. A maioria dos dados secundários disponíveis são a nível regional, ou seja, o Arquipélago das Quirimbas, e são úteis para a descrição do ambiente em alto mar.

7.3.2 *Levantamentos da Situação de Referência e a Área de Estudo*

A informação e dados relacionados com a localização específica para o ambiente em alto mar e próximo da costa (ou seja, a Baía de Palma) são escassos e, portanto, resultam de intensivas investigações primárias destas áreas realizadas para este Relatório de EIA. Os tipos de pesquisas marinhas desenvolvidas e da extensão da Área de Levantamento estão descritas na *Secção 7.5.1* e *Secção 7.7.1*, para o alto mar e próximo da costa, respectivamente. Os resultados do levantamento são descritos ao longo deste capítulo. As

metodologias de investigação aplicadas pelos diversos especialistas em ciências marinhas são apresentadas no *Anexo C*.

Neste capítulo, o ambiente "próximo da costa" compreende a área desde o continente até cerca de 1,5 km a este das Ilhas de Tecomaji e Rongui, ou seja, aproximadamente até ao limite da plataforma continental/declive em águas profundas. O 'alto mar' é considerado deste ponto em direcção a este. A Área de Estudo compreende o ambiente próximo da costa e em alto mar, que poderá ser afectado pelo Projecto, tal como a infra-estrutura localizada próximo da costa e as actividades propostas nos campos de gás Golfinho, Prosperidade e Mamba.

7.4

CONTEXTO REGIONAL - ARQUIPÉLAGO DAS QUIRIMBAS

A Baía de Palma está situada dentro dos limites do Arquipélago das Quirimbas. Está localizada na Eco-região Marinha da Costa Coralífera Oriental Africana, no Oceano Índico Ocidental (WIO) Província do Reino Biogeográfico do WIO ⁽¹⁾ (Spalding *et al.* 2007). A Eco-região Marinha da Costa Coralífera Oriental Africana é considerada uma área com uma composição de espécies relativamente homogénea, mas, claramente distinta de sistemas adjacentes. Estende-se por cerca de 1,700km (para além da latitude 15°). O Arquipélago das Quirimbas forma uma sub-componente dentro da eco-região e estende-se a uma distância de aproximadamente 400km, a partir do sul do Rio Rovuma até Pemba.

O Arquipélago das Quirimbas compreende 32 ilhas, com recifes de coral associados, tapetes de ervas marinhas, praias arenosas e plataformas lodosas.. Rodrigues *et al.* (2000) indica que mais de 50 géneros de corais ocorrem na região, enquanto dados detalhados obtidos de pesquisas realizadas na região de Nacala, Pemba e Ilha Vamizi (aproximadamente 10km a sul da Baía de Palma) indicam a presença de 207 a 254 espécies de coral (Obura, 2012). Uma análise das espécies descobertas indica que possa haver perto de 300 espécies de coral. Esta fauna é muito diversificada, sendo que a partir destes dados e de comparações da distribuição da riqueza de espécies no reino e oceanografia do Indo Pacífico Ocidental Obura (2012) concluiu que o Canal de Moçambique no Norte forma uma região-chave, a partir de onde teve lugar a dispersão de corais para as eco-regiões adjacentes dentro da Província biogeográfica do WIO.

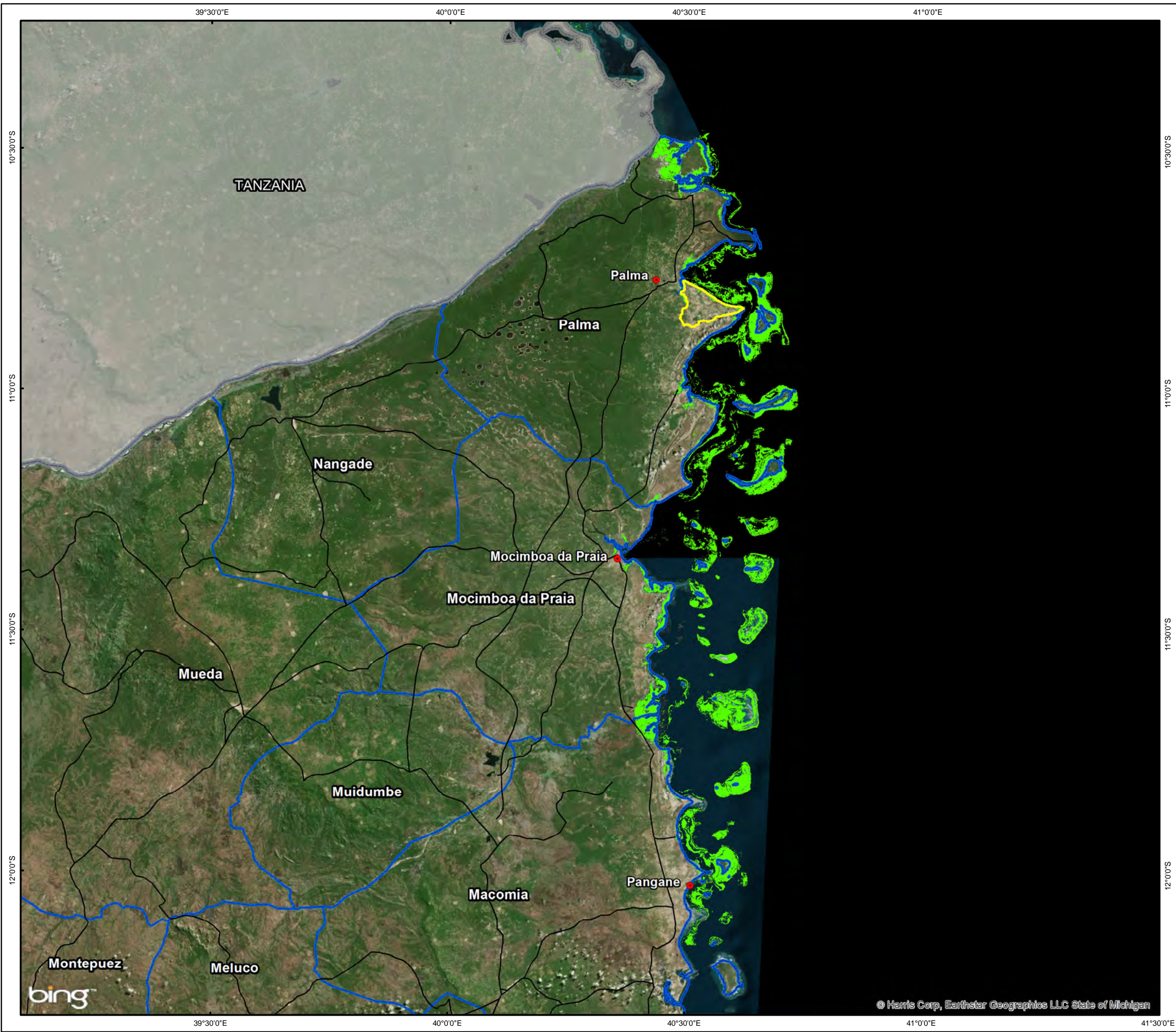
Extensas florestas de mangais ao longo da costa continental e ilhas e tapetes de ervas marinhas na zona rasa sub-marés também contribuem para a produtividade do Arquipélago. Um total de 10 espécies de ervas marinhas

(1) Uma hierarquia global de 12 reinos, 62 províncias e 232 eco-regiões foi estabelecida pela classificação de Spalding, 2007 como as Eco-regiões Marinhas do Mundo (MEOW).

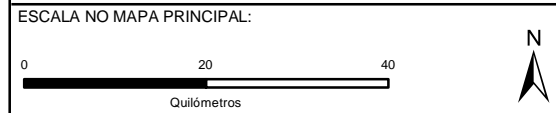
(Whittington *et al.* 2000) e oito espécies de mangais podem ser registados na Província de Cabo Delgado (CSA, 2007).

As distribuições alargadas de potenciais habitats para os recifes de coral, tapetes de ervas marinhas e mangais na região são mostrados na *Figura 7.1*. Estes dados, um tanto grosseiros, obtidos através de sensoriamento remoto foram mapeados e, posteriormente, submetidos a um tratamento em campo pelo ecologista marinho, e os resultados encontram-se descritos nas *Secções 7.8.2 a 7.8.4*.

Existem quaisquer áreas protegidas formalmente declaradas na parte sul da região (Parque Nacional das Quirimbas), enquanto no sul da Tanzânia, a área da foz do rio Rovuma se encontra dentro do Parque Marinho do Estuário do Rovuma- Baía de Mnazi (MBREMP). Consulte o *Capítulo 6*, para mais informações sobre áreas protegidas de interesse designadas e propostas.



- Legenda**
- Vilas / Cidades
 - Estradas Regionais
 - ▭ Local do Projecto em Afungi
 - ▭ Limite do Distrito
 - ▭ Fronteira com a Tanzania
 - Habitats Marinhas Sensíveis (Coral, Ervas Marinhas e Mangais)



TÍTULO:
Figura 7.1:
Habitats Sensíveis Mapeados
(Coral, ervas marinhas e mangais)
no Arquipélago das Quirimbas

CLIENTE:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

DATA: Oct 2013	VERIFICADO: IE	PROJECTO: 0133576
DESENHADO: AB	APROVADO: KG	ESCALA: 1 : 830 000
DESENHO: Mapped Sensitive Habitats.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation. Impacto/APC.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

DIMENSÃO:
A3

Levantamento da Situação de Referência e Área de Estudo

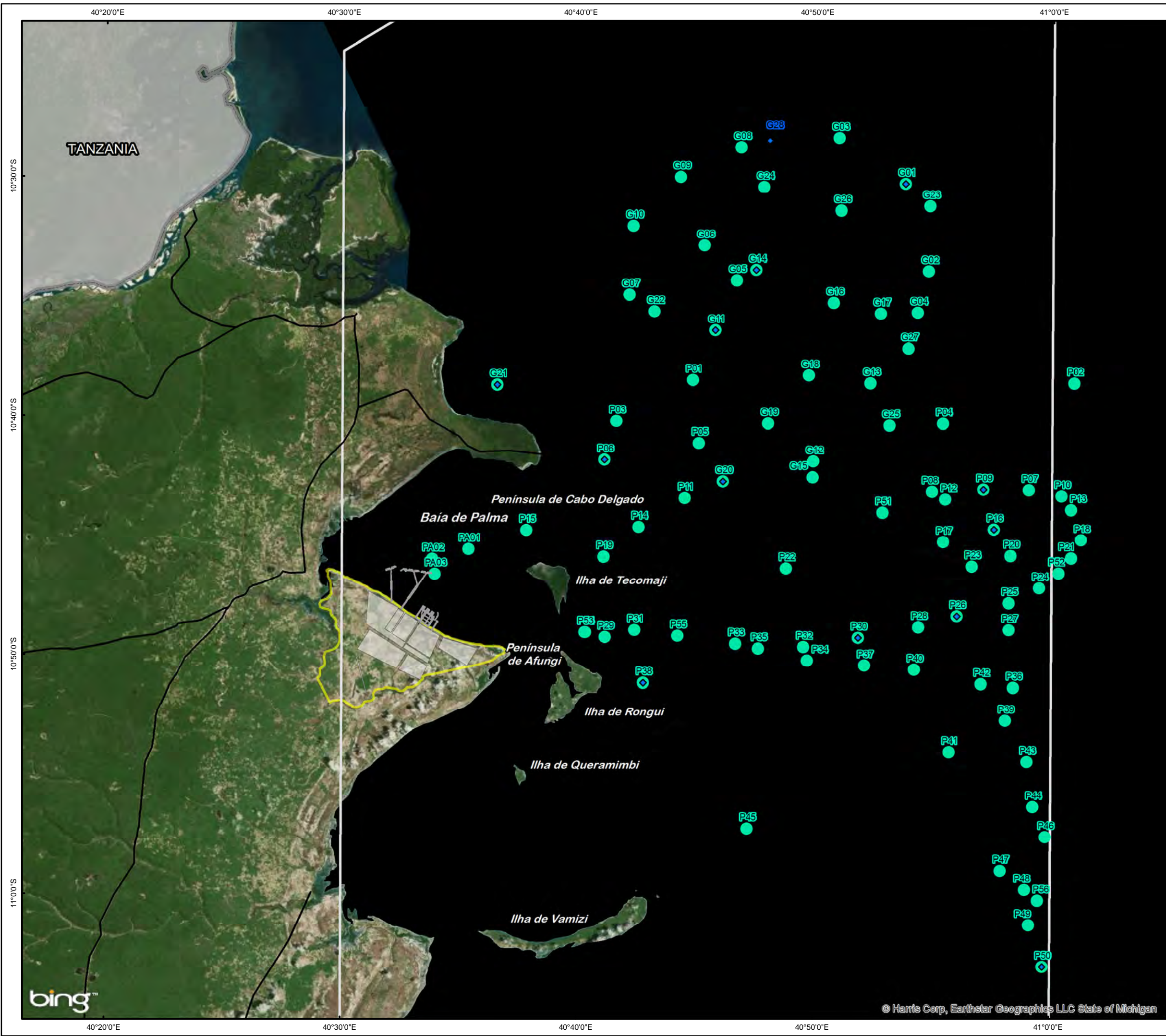
Para obter informações sobre a oceanografia no ambiente em alto mar, foram medidos perfis de coluna de água superior no que respeita a temperatura, condutividade (salinidade), concentrações de oxigénio dissolvido, turvação, fluorescência da clorofila (clorofila a) e fluorescência Ultra Violeta (UV) ⁽¹⁾, em Junho de 2012 no Cruzeiro Rylan-T, encomendado pela AMA1 à Lwandle Technologies (Pty) Ltd (referida como Lwandle), e contou com a presença de especialistas marinhos. A localização das estações de amostragem de condutividade-temperatura-profundidade (CTD) está confinada à Área 1 e é mostrada na *Figura 7.2*.

Não há informação publicada ou dados do levantamento disponíveis publicamente sobre as características do leito do mar nos campos de gás em alto mar. A amostragem de sedimento superficial foi conduzida através de núcleos de caixa (nos locais de águas profundas) e colecta diária (nos locais de águas rasas) em Junho de 2012, pela Lwandle para determinar as propriedades dos sedimentos e a composição da comunidade bêntica nos campos de gás Golfinho e Prosperidade e no corredor do gasoduto. As localizações das estações de amostragem de sedimento são mostradas na *Figura 7.2*. Os sedimentos foram analisados no que respeita à distribuição e textura granulométrica, concentrações de metais pesados e bentos (p.ex. espécies presentes, abundância, biomassa, etc).

Pesquisas conduzidas com veículos Operados à Distância (ROVs) ao leito do mar foram realizadas pela AMA1 e eni nos campos de gás Golfinho, Prosperidade e Mamba no âmbito das suas actividades de pesquisa. Os dados foram analisados pela Lwandle com o intuito de examinar as características do leito do mar e outras, como por exemplo recifes de águas profundas, peixes, etc.

As características principais dos dados obtidos são discutidas nas *Secções 7.5.3* e *7.5.4*.

(1) Um substituto para as concentrações de hidrocarbonetos.



Legenda

- ◆ Estações de CTD
- Locais de Amostragem no Leito
- Estradas Regionais
- Area 1
- Local do Projecto em Afungi
- Cais
- Disposição em Terra

Área do Projecto

Escala: 0 5 10 15 Quilómetros

Título:
Figura 7.2: Locais de Amostragem de Condutividade-Temperatura-Profundidade (CTD) e de Sedimentos (incluindo Bentos) no Alto Mar

Ciente:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

DATA: Oct 2013	Verificado: KG	Projecto: 0133576
Desenhado : AB	Aprovado: KG	Escala: 1 : 280 000
Desenho: CTD and Sediment Sampling Portuguese.mxd		REV: A

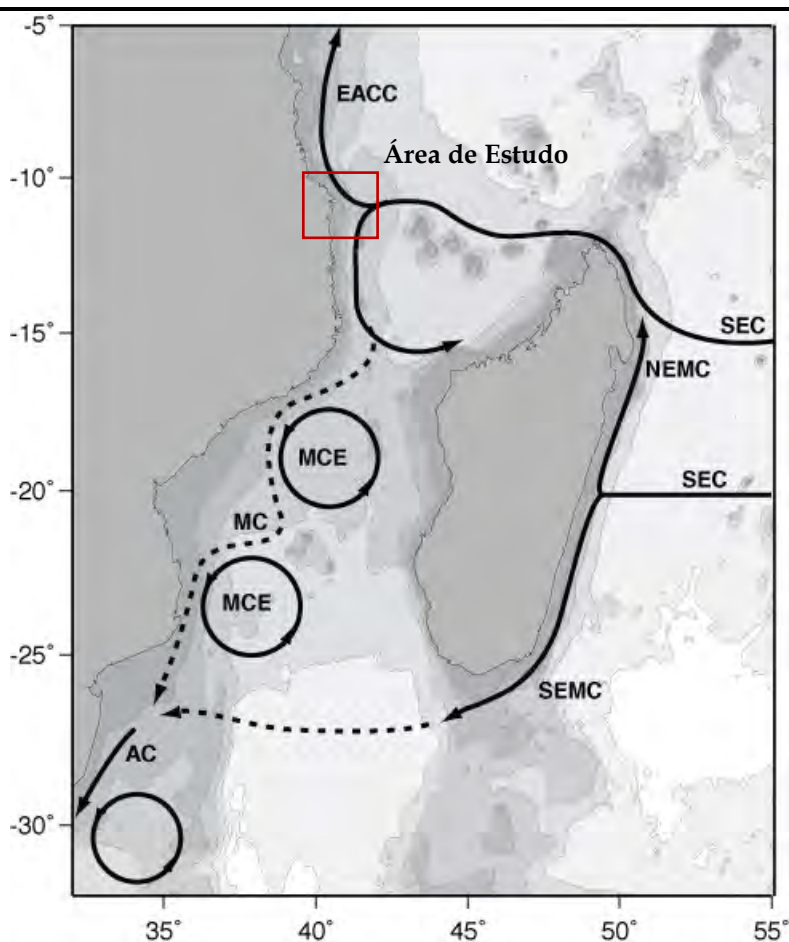
ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projecção: UTM Zona 37 S. Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation, Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

Dimensão:
 A3

A massa de água equatorial conhecida como a Corrente Equatorial Sul (SEC) flui para oeste através do Oceano Índico e divide-se quando atinge Madagáscar, num ramo fluindo para sul, a Corrente de Madagáscar de Sudeste (SEMC), e um ramo para norte, a Corrente de Madagáscar de Nordeste (NEMC) que flui a norte do Cabo Amber, no ponto norte de Madagascar, como mostrado na *Figura 7.3*. O ramo NEMC ruma em direcção a oeste no Cabo Amber para a costa de África, onde bifurca nos ramos norte e sul. O fluxo para norte torna-se a Corrente Costeira da África Oriental (EACC), enquanto o fluxo em direcção a sul se torna a Corrente de Moçambique (MC).

Figura 7.3 Padrões de Circulação, no Oceano Índico Ocidental



Legenda: Corrente Equatorial Sul (SEC), Correntes Nordeste e Sudeste de Madagáscar (NEMC, SEMC), a Corrente Costeira da África Oriental (EACC), a Corrente de Algalhas (AC), a Corrente de Moçambique (MC), e Remoinhos do Canal de Moçambique.

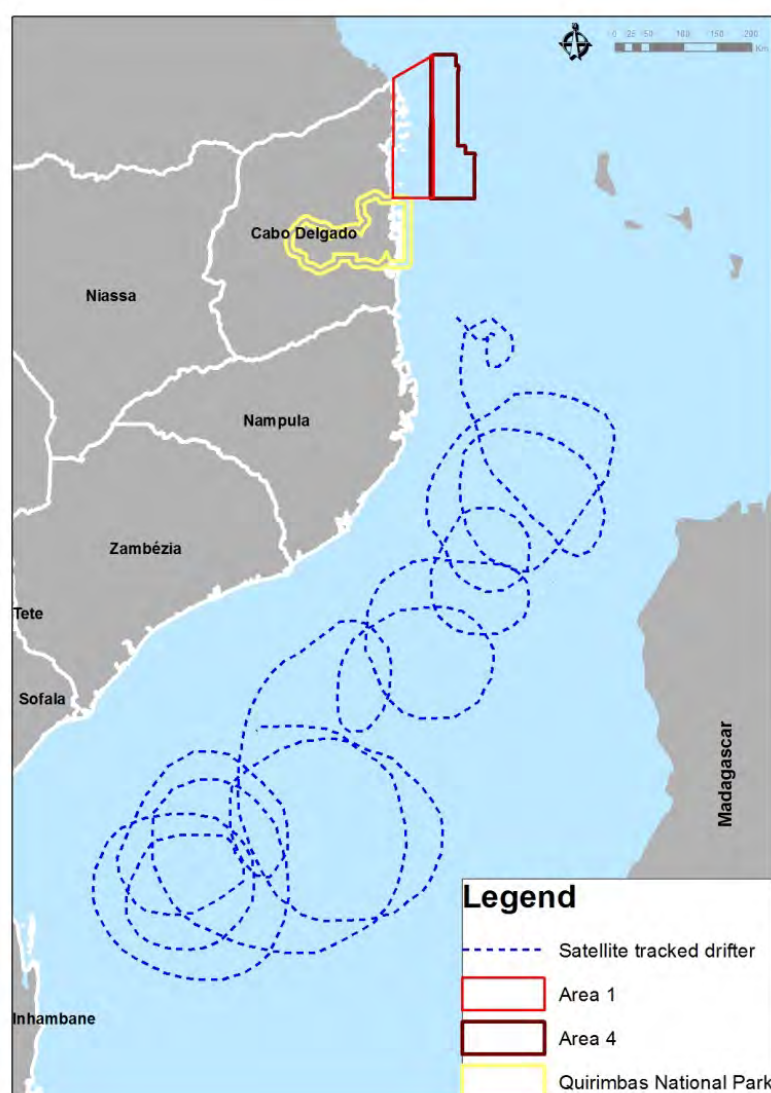
Fonte: Schouten *et al.*, 2003.

Saetre e da Silva (1982, 1989) postularam que a corrente no canal de Moçambique ocorre sob a forma de vários remoinhos de grande dimensão no sentido dos ponteiros do relógio e no sentido contrário aos ponteiros do relógio, em vez de constituir uma corrente contínua fluindo para sul. A partir dessa ideia, foi desenvolvido um modelo de um fluxo a fluir para sul do fluxo

geral da Corrente de Moçambique (CM), mas com diversos padrões de circulação menores de semi-bacia e regionais. Mais para o interior da costa, bolsas mais frias de água fluem paralelas à costa, mas em direcção oposta ao fluxo principal do CM (Figura 7.3). Os campos de gás em alto mar estão localizados onde o EACC e o CM se ramificam a partir da SEC.

De Ruijter et al (2002), utilizando um sistema de localização por satélite de bóias flutuantes mostram claramente um fluxo para sul, mas demonstraram que este se dá a partir de uma série de remoinhos no sentido contrário aos ponteiros do relógio com cerca de 300 km de diâmetro, que se estendem ao longo da coluna de água (Figura 7.4).

Figura 7.4 Padrões das Bóias de Localização por Satélite no Canal de Moçambique



Fonte: de Ruijter *et al*, 2002.

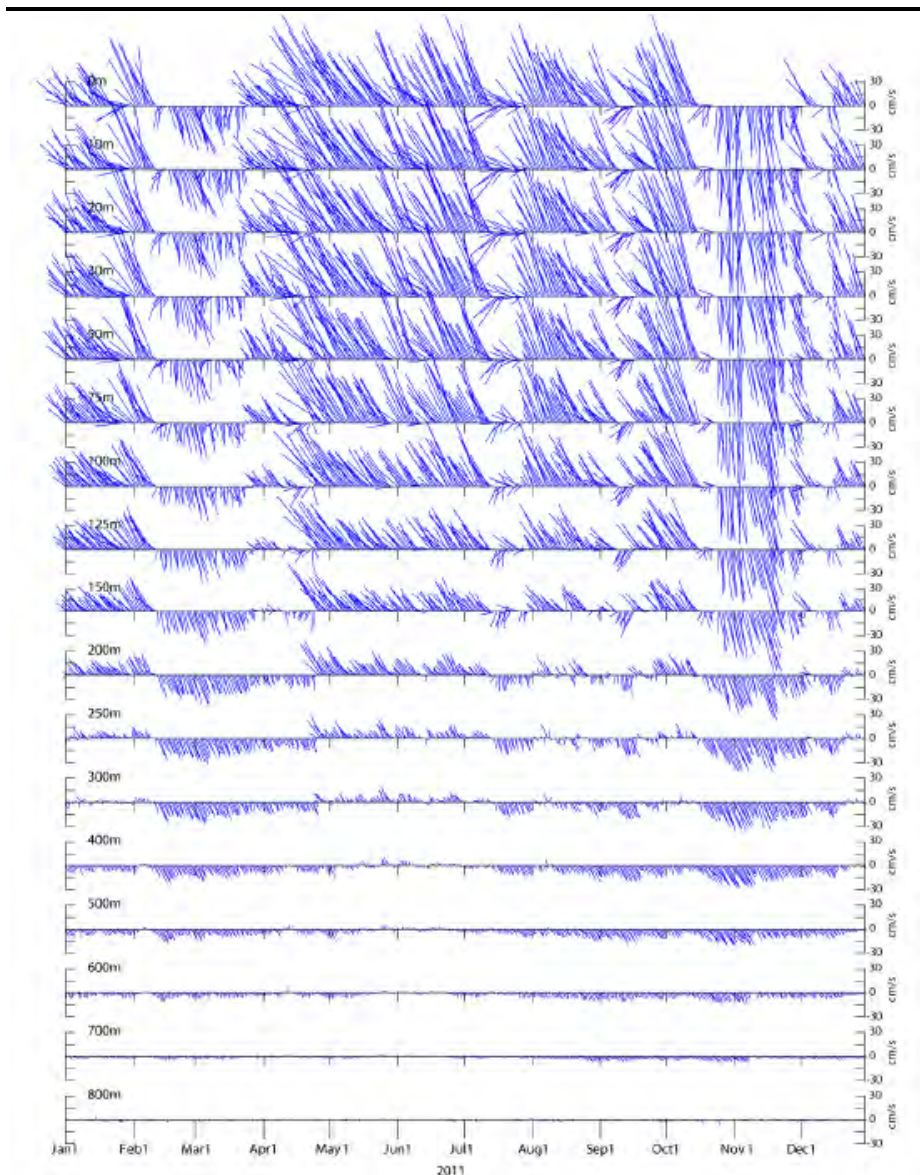
Ridderinkhof *et al* (2003) colocou dispositivos de medição de correntes ao longo de uma parte estreita do canal (a cerca de 17°S), que indicavam claramente uma corrente de 1m/s em direcção a sul ao longo do lado ocidental do canal. Estes dados, por conseguinte, indicam uma corrente

fluindo a várias velocidades em direcção a sul, através de uma série de remoinhos anti-ciclónicos em vez de um fluxo consistente em direcção a sul.

Uma variabilidade semelhante é igualmente evidente nos padrões de correntes nas áreas onde os campos de gás estão localizados, em alto mar a norte de Moçambique. A *Figura 7.5* apresenta a distribuição de correntes com profundidade a 10,53279°S, 040,70442°E, localizadas no campo de gás Golfinho. Evidencia-se um forte gradiente de velocidade de corrente com a profundidade, com velocidades de corrente >70cm/seg à superfície e <15-20cm/seg em direcção à base da coluna de água. Registam-se também evidências de mudanças nas direcções das correntes de norte/noroeste para sul. Dominam os fluxos a norte entre Abril e Setembro (estação seca) e os fluxos a sul nos outros meses. Tal atribui-se à localização do local de medição em relação à bifurcação ⁽¹⁾ da EACC e a MC (*Figura 7.3*). Quando esta migra para o norte, as correntes fluem sobretudo para sul, enquanto que o fluxo para norte ocorre quando o local de bifurcação se move para o sul.

(1) Onde a corrente de Moçambique e a Corrente Costeira de África Oriental se ramificam a partir da Corrente Equatorial Sul.

Figura 7.5 *Perfil de Velocidade da Corrente Vertical a 10,53279°S, 040,70442°E em Golfinho*



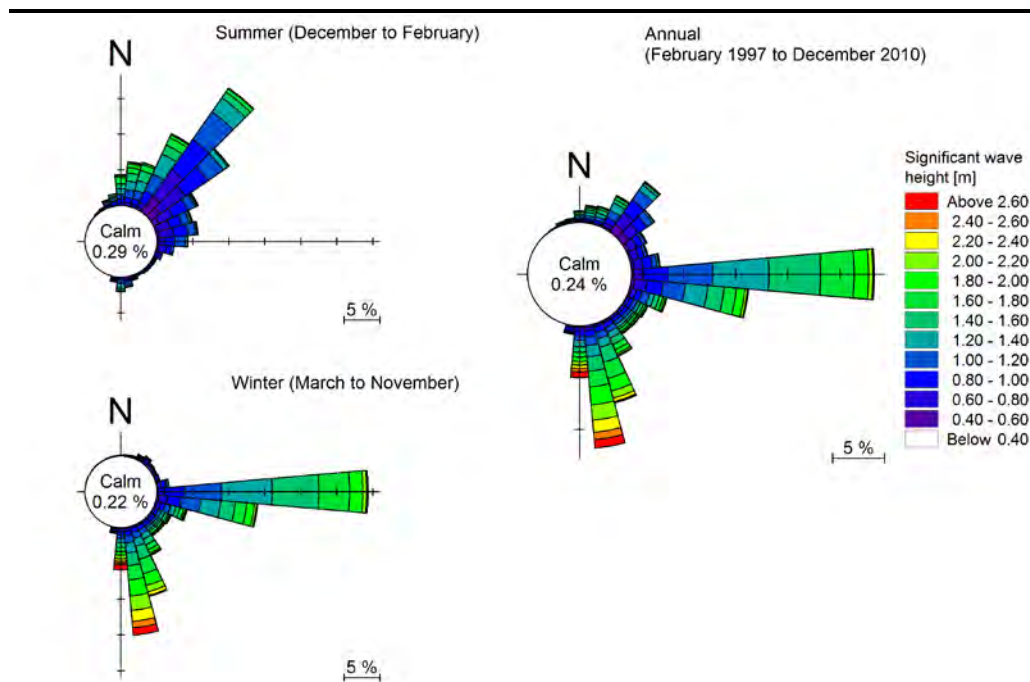
Fonte: Dados HYCOM (2011), retirado dos ASA no CSA 2012.

Condições de Ondulação em Alto Mar

O clima de ondas, ao largo da Baía de Palma, nas coordenadas S 11,0° , E 41,25° foi extraído do banco de dados do Centro Nacional para a Previsão Ambiental (NCEP), para o período de 1997 a 2010.

Figura 7. ilustra estes dados e mostra que as condições de ondulação em alto mar têm dois padrões sazonais distintos. As condições de ondulação são predominantemente de direcção norte-este durante os meses de monção de verão de Dezembro a Fevereiro. Durante os meses de inverno, de Março a Novembro, as direcções predominantes da ondulação são de sul e este, com as alturas de onda mais significativas provenientes do sul.

Figura 7.6 *Rosa das Ondas em Alto Mar - Sazonal (Esquerda) e Anual com base em Dados de Ondas do NCEP (Fevereiro de 1997 a Dezembro de 2010)*



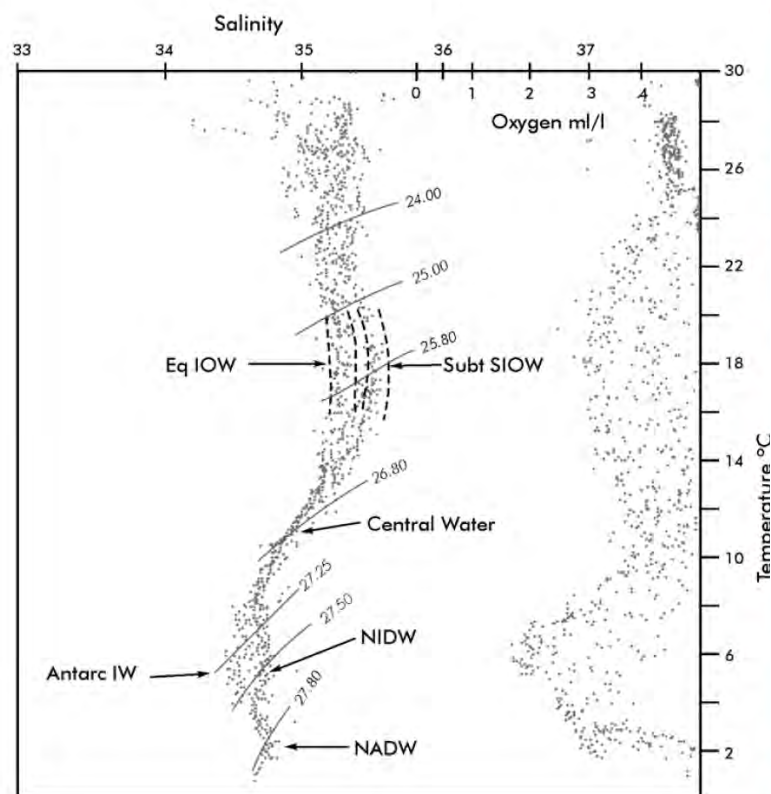
Fonte: PRDW 2012. Dados extraídos de Fugro, 2011, com base em dados do NCEP.

7.5.3 *Propriedades da Água*

Massas de Água

São evidentes seis massas de água no Canal de Moçambique, incluindo a área campo de gás em alto mar: Águas Superficiais Tropicais do Oceano Índico Equatorial (EqIOW), Águas Superficiais Subtropicais do Oceano Índico (Subt ISFA), Águas Centrais do Oceano Índico (CW), Águas Intermédias da Antárctida (Antarc IW), Águas Profundas do Norte Indiano (NIDW) e Águas Profundas do Atlântico Norte (NADW) (Figura 7.7). A maior parte da água costeira da e sobre a quebra da plataforma continental, especialmente ao largo da costa norte de Moçambique é EqIOW (Lutjeharms, 2006).

Figura 7.7 *Temperatura-Salinidade e Temperatura-Oxigénio - Características das Massas de Água no Canal de Moçambique*



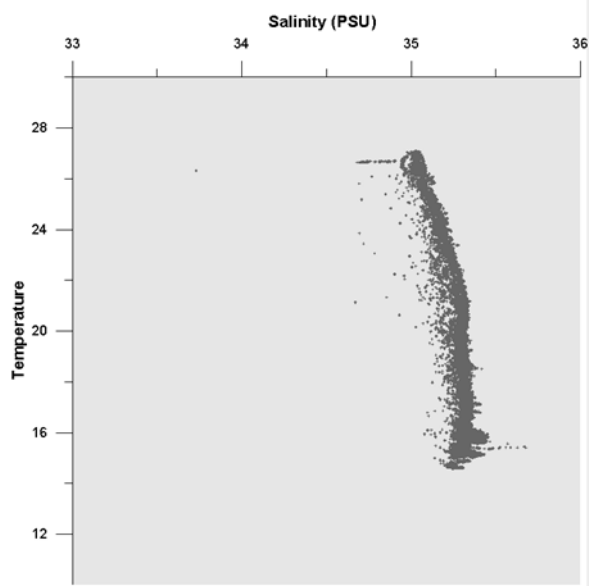
Legenda:

EqIOW- Águas Superficiais Tropicais do Oceano Índico Equatorial; Subt ISFA- Águas Superficiais Subtropicais do Oceano Índico ; CW- Águas Centrais do Oceano Índico; Antarc IW- Águas Intermédias da Antártica; NIDW- Águas Profundas do Norte da Índia e NADW- Águas Profundas do Atlântico Norte.

Fonte: Lutjeharms, 2006.

A área para o compósito temperatura/salinidade (TS) para os dados das estações de amostragem em alto mar obtidos em Junho de 2012 encontra-se ilustrada na *Figura 7.7*. Comparação com a área TS regional (*Figura 7.7*) Indica que a massa de água é predominantemente EqIOW com uma contribuição menor de Subt ISFA em direcção à base da coluna de água medida (cerca de 200m de profundidade).

Figura 7.8 *Temperatura-Salinidade para Estações de Amostragem CTD em Alto Mar, Junho de 2012*

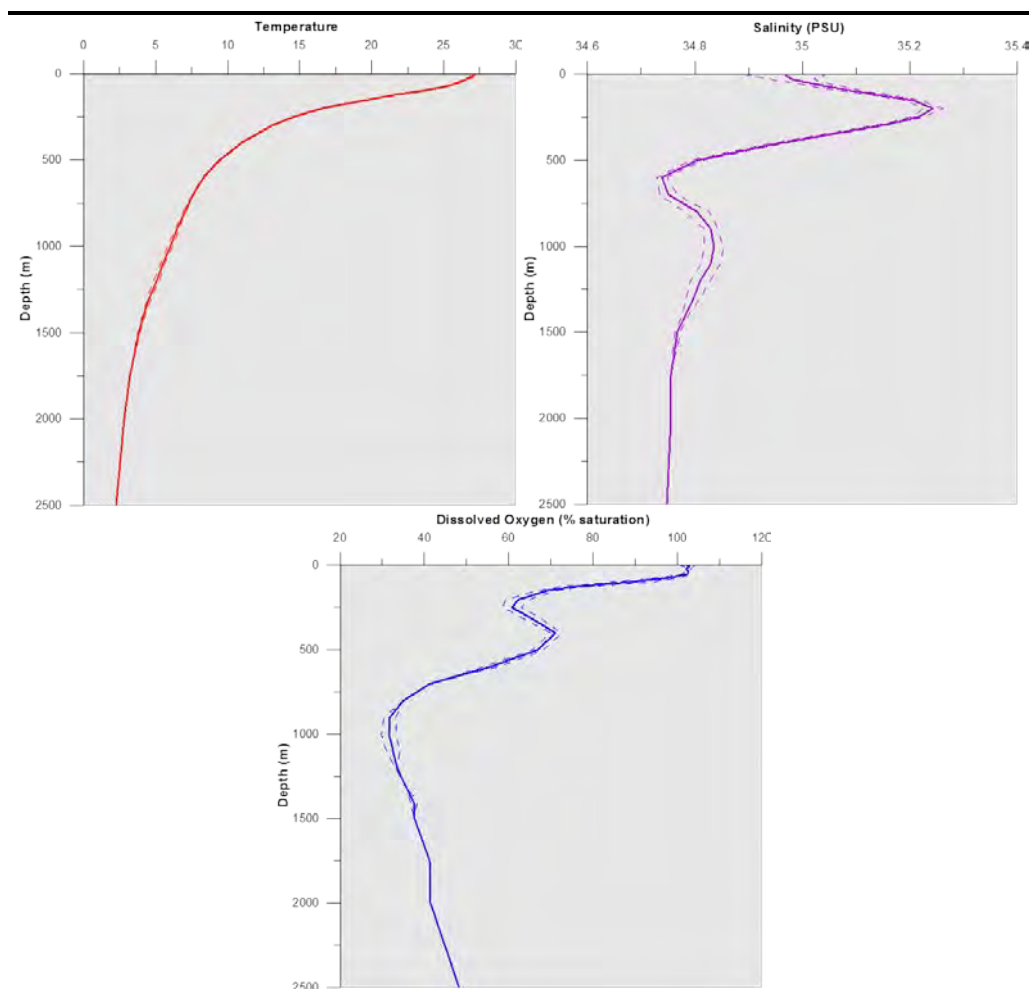


Fonte: Lwandle 2012.

Temperatura, Salinidade e Oxigénio dissolvido

Não há informação sistemática nem detalhada sobre os parâmetros físicos e químicos das águas a norte do Canal de Moçambique. Alguns dados científicos foram obtidos durante o cruzeiro do Dr Fridtjof Nansen, entre 1977 e 1978, e encontram-se descritos por Saetre e Da Silva (1982). Foram disponibilizados dados mais recentes para a região por Di Marco *et al.* (2002). Os dados de perfil da coluna de água estão formalizados e disponíveis no World Ocean Atlas (2009) e a *Figura 7.10* mostra os perfis verticais dos valores médios (+/- SE) de temperatura, salinidade e concentrações de oxigénio dissolvido para uma área de um grau quadrado centrado em 10,5°S, 41,5°E.

Figura 7.9 *Perfis Verticais de Temperatura, Salinidade e Oxigénio em Alto Mar, Norte de Moçambique*



Legenda: As linhas sólidas indicam valores médios e as linhas tracejadas os Desvios Padrão à Média.

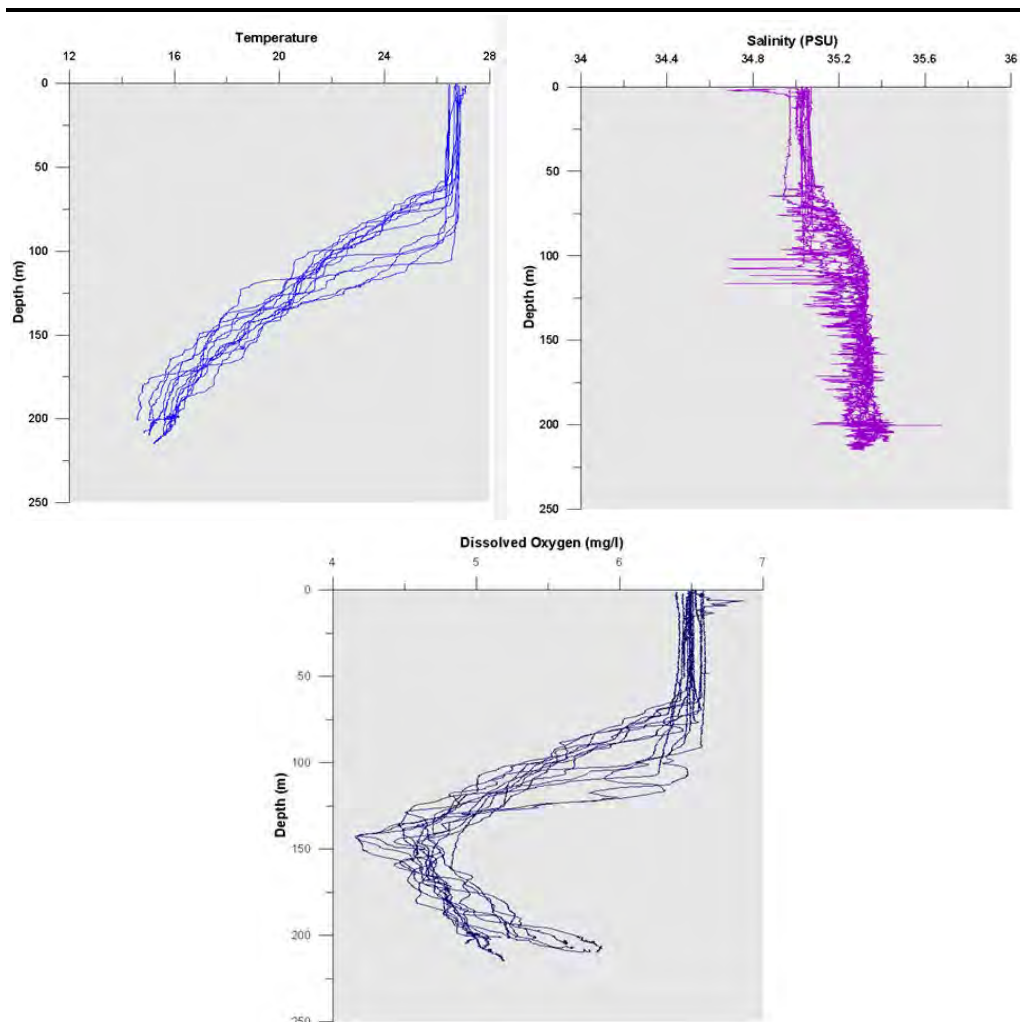
Fonte: Lwandle 2012. Dados fornecidos pela SADCO, de acordo com um excerto do Ocean World Atlas 2009.

Os padrões observados para a temperatura, profundidade e salinidade são consistentes com as distribuições regionais mostradas na *Figura 7.9*.

Os perfis verticais de temperatura apresentam uma camada mista superior de água bem desenvolvida a 27 ° C, que se estende de 60 a 120m de profundidade. Isto sobrepõe-se às fortes termoclinas com temperaturas a cair dos 27°C para os 14°C a uma profundidade de 220m, a aproximadamente 0,105°C/m. Nas estações onde a camada mista superior foi mais profunda, as termoclinas apresentaram-se igualmente enfatizadas, indicando que a mistura vento/onda à superfície foi o grande responsável pelos padrões observados. O sistema de duas camadas evidente nos perfis de temperatura é amplamente replicado nos perfis de salinidade composta, como mostrado na *Figura 7.10*. A salinidade relativamente baixa é aparente nas profundidades das camadas superiores mistas, e a salinidade aumenta na região da termoclina. Os perfis de oxigénio dissolvido indicam de forma uniforme elevadas concentrações nas

profundidades das camadas mistas superiores, uma inclinação acentuada na região da termoclina e concentrações gradualmente crescentes abaixo desta (Figura 7.10). Toda a faixa de profundidade medida se considera como bem oxigenada.

Figura 7.10 *Perfis Verticais Compostos de Temperatura, Salinidade e Oxigênio para Estações de Amostragem CTD em Alto Mar, Junho de 2012*

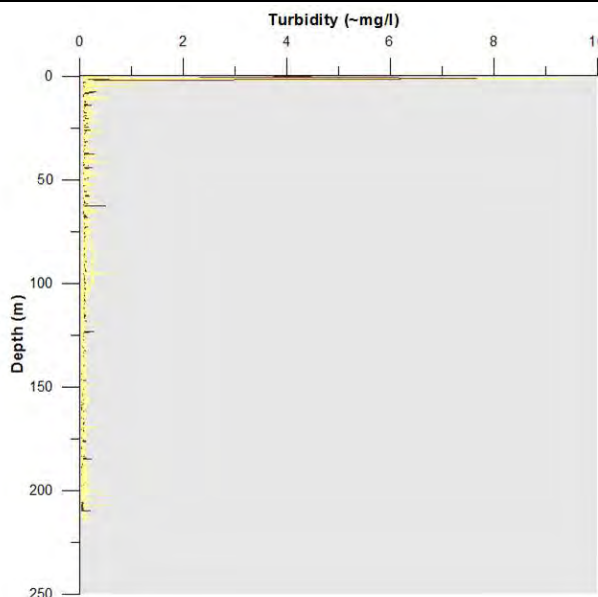


Fonte: Lwandle 2012. Dados reunidos durante o levantamento de Junho de 2012.

Turvação

Os níveis de turvação da coluna de água, medidos durante o levantamento em alto mar, foram sobretudo baixos, <0,5 mg / l. No entanto, foram observados níveis fortemente elevados nas camadas superficiais muito próximas e uma menor elevação da turvação em profundidades correspondentes à base da camada de mistura superior/topo da termoclina, como mostrado na Figura 7.11. Isto poderá dever-se a uma acumulação de detritos em ou perto de interfaces de densidade; no entanto, não existem dados que suportem esta afirmação.

Figura 7.11 Perfis de Turvação Compostos para as Estações de Amostragem CTD em Alto Mar, Junho 2012



Fonte: Lwandle 2012. Dados reunidos durante o levantamento de Junho de 2012.

Hidrocarbonetos

A fluorescência em UV, comprimento de onda 10400nm é usada para detectar os compostos de hidrocarbonetos em água. Os perfis de fluorescência UV medidos no levantamento em alto mar em Junho de 2012 encontram-se centrados em torno de zero, indicando que, caso os compostos de hidrocarbonetos estivessem presentes na coluna de água, estes estariam em concentrações abaixo do nível de detecção dos sensores utilizados (1 a 3 ppm).

7.5.4 *Características do Leito do Mar*

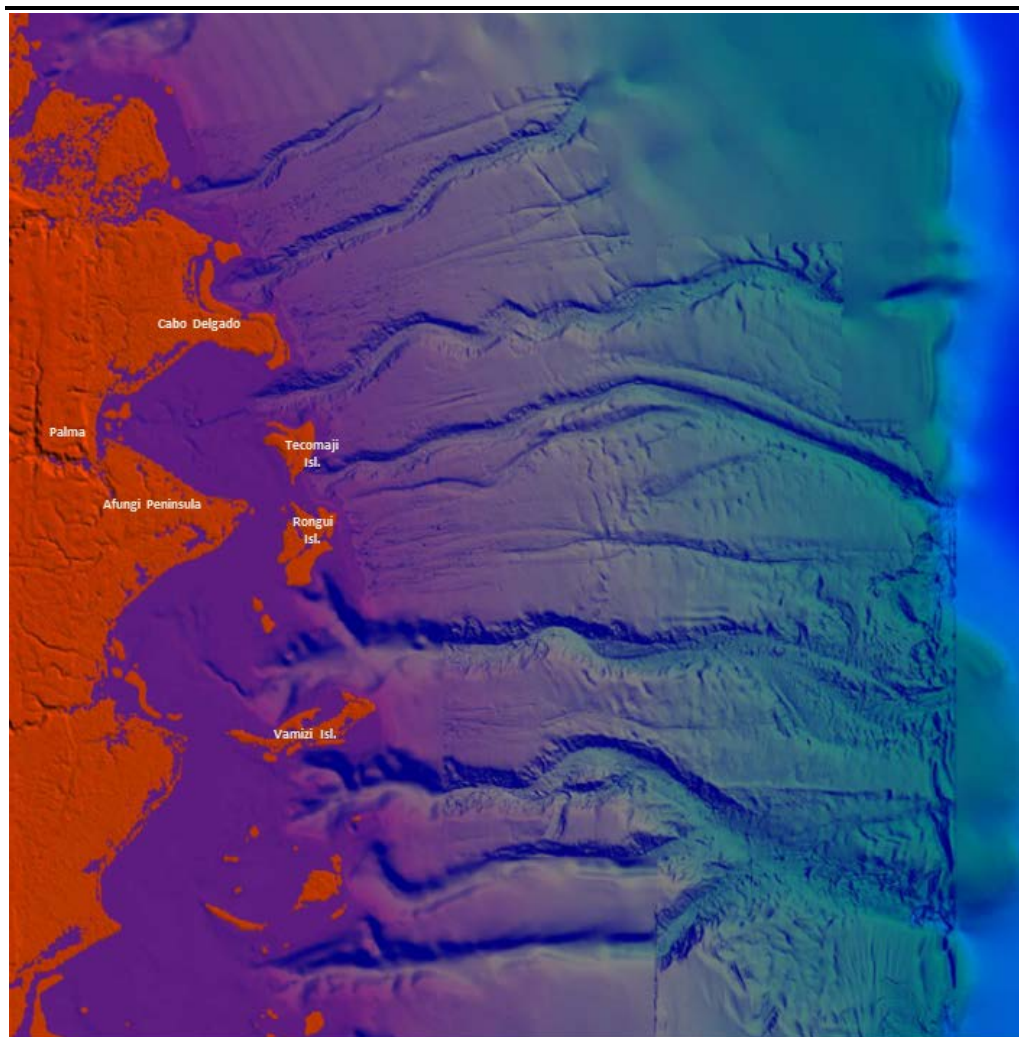
Topografia

A costa norte de Moçambique é limitada por uma estreita plataforma continental. Esta plataforma cai em águas profundas através de um declive íngreme. Tanto a plataforma como o declive são incisos por alguns desfiladeiros que se estendem para fora num plano abissal⁽¹⁾ como ilustrado na *Figura 7.12*. O leito do mar nas águas profundas, for a dos desfiladeiros, compreende pequenas elevações rugosas (*hummocks*)⁽²⁾, superfícies onduladas de sedimentos, leitos marinhos rugosos, afloramentos de sedimentos antigos, escarpas, sedimentos que sofrem uma baixa súbita e características semelhantes a falhas. Os gradientes típicos do leito do mar são <4° inclinados este-nordeste (Fugro Survey Pte. Ltd., 2013).

(1) Smooth, almost level area of the deep-ocean floor in which the gradient is very low.

(2) A small but steep, irregular hill rising above the general level of the surrounding land; a low mound or ridge of earth, a knoll.

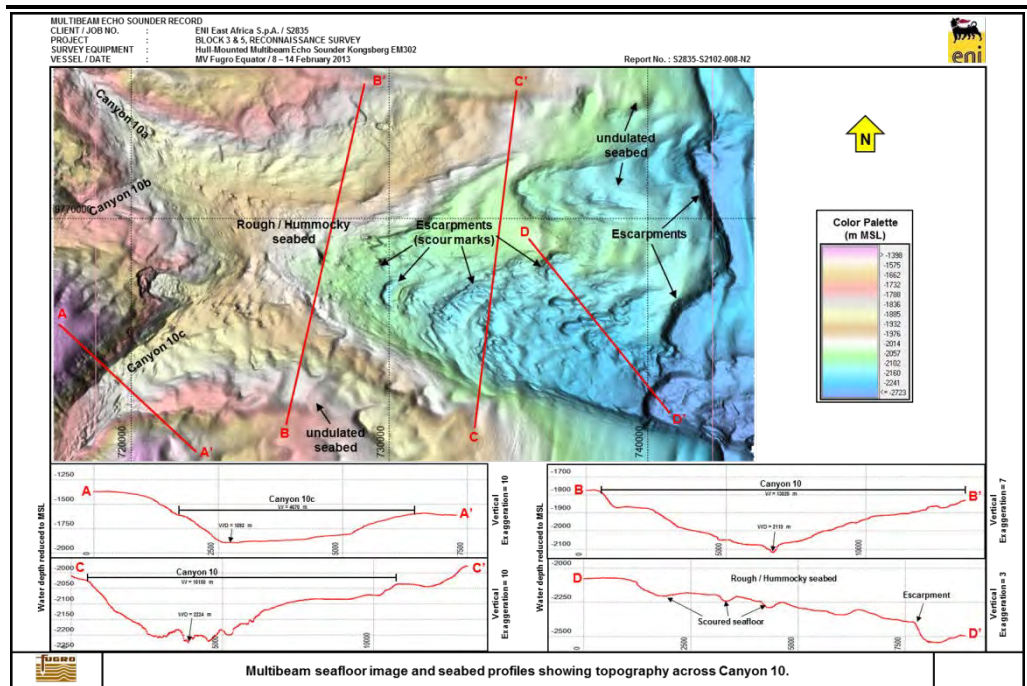
Figura 7.12 Topografia Regional



Fonte: Eni, 2013.

Os desfiladeiros são características dramáticas, onde as paredes possuem gradientes de 10° a 24° . Os desfiladeiros atingem até 14km em largura e o leito do mar dentro dos mesmos pode estar a 30 - 450m abaixo do leito do mar adjacente. O fundo dos desfiladeiros compreende um leito com pequenas elevações rugosas (Fugro Survey Pte. Ltd., 2013). A Figura 7.13 ilustra um exemplo de formas e gradientes do leito em redor de um grande desfiladeiro no Campo de Gás Mamba.

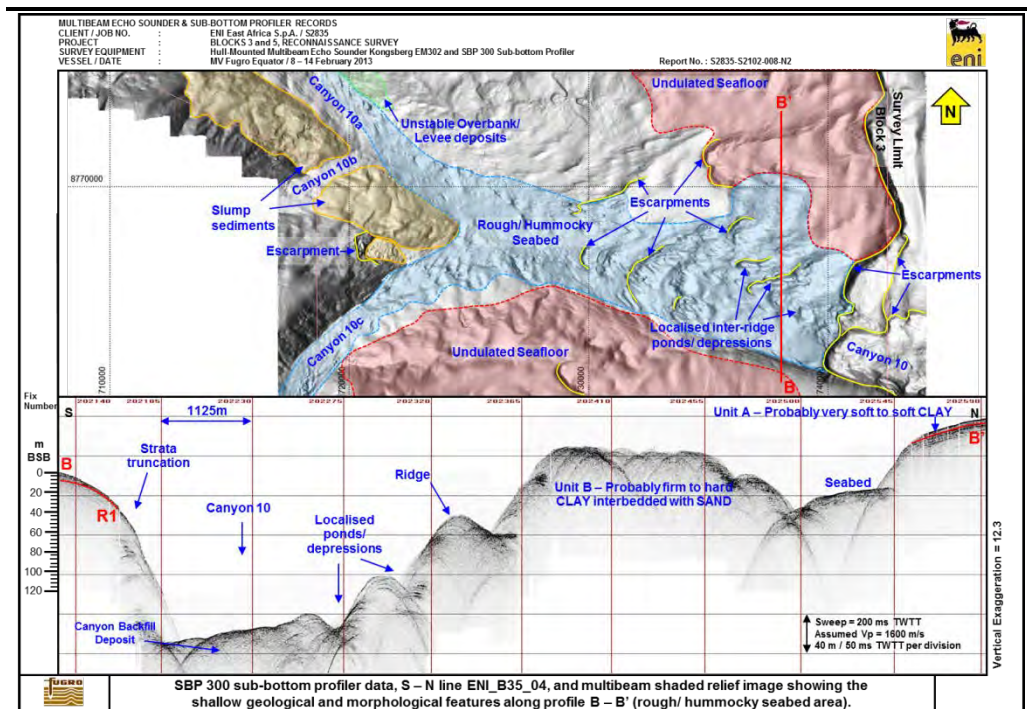
Figura 7.13 Características do Leito do Mar num Sistema de Desfiladeiro e Leito do Mar adjacente na Área 4, obtidas a partir de uma pesquisa com Multibeam



Fonte: Fugro Survey Pte. Ltd., 2013

O perfil do sub-leito indica a presença de argilas moles e duras, a última das quais intercalada com areia e camadas de sedimentos grossos (see Figura 7.14).

Figura 7.14 Transectos para a Caracterização do Perfil do Sub-leito através de um Sistema de Desfiladeiro e Leito do Mar adjacente na Área 4



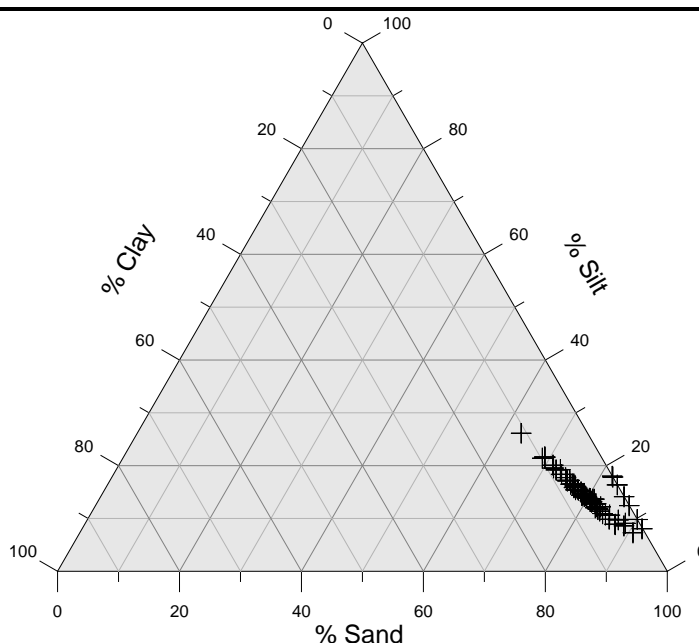
Fonte: Fugro Survey Pte. Ltd., 2013

Textura dos Sedimentos

As amostras de sedimentos recolhidas em 75 estações de amostragem (ver *Figura 7.15*) na Área de Estudo em Alto Mar foram dominadas por areia (77 por cento) com silte (12 por cento), lama (5 por cento) e cascalho (6 por cento), entre outros em menores proporções. Os sedimentos foram sobretudo areia siltosa, e misturas de areia, como ilustrado na *Figura 7.15*. Raramente se encontra silte e argila nestes sedimentos.

Em todas as amostras, os sedimentos no fundo do mar estão mal ordenados, indicando múltiplas fontes de sedimentos, e um ambiente de baixa energia próximo do fundo do mar. A microfotografia de sedimentos mostrou a presença de resíduos de coral, grãos quartzíticos e ilite (L Lenhoff, UWS, *in litt*). Uma proporção mínima de amostras de sedimentos analisadas incluíra igualmente material biogénico, por exemplo, foraminíferos.

Figura 7.15 *Diagrama Ternário Ilustrando a Textura dos Sedimentos na Área de Estudo em Alto Mar, Junho 2012*

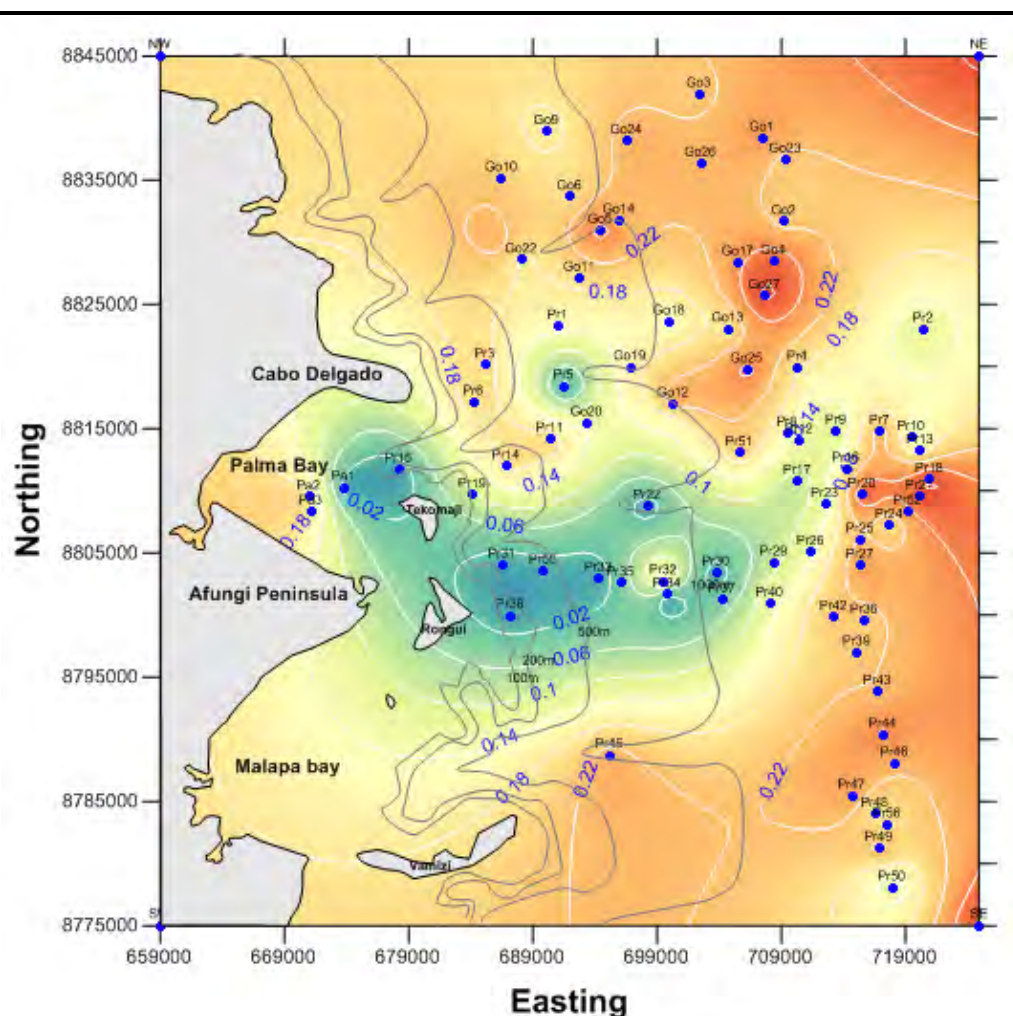


As cruzes pretas indicam os vários tipos de sedimentos observados.

Fonte: Lwandle 2012.

A distribuição da fracção de lama na área do Levantamento em Alto Mar é mostrada na *Figura 7.16*. É evidente que, ao largo da Baía de Palma, as proporções mais elevadas de lama ocorrem nas áreas mais profundas dos campos de gás. Análises das imagens dos vídeos obtidas no campo de gás Mamba, indicam que o ambiente sedimentar é semelhante ao da área mais profunda no campo de gás Prosperidade. Tal pode dever-se à topografia ou às velocidades de correntes mais altas associadas à topografia íngreme no oeste da área de pesquisa em alto mar. Vestígios de lama foram encontrados nas áreas em alto mar da Baía de Palma e estendendo-se entre as Ilhas de Tecomaji e Rongui.

Figura 7.16 Distribuição da Fracção de Lama nos Sedimentos Superficiais na Área de Estudo em Alto Mar



Legenda: Pontos azuis: locais de amostragem de sedimentos. Contornos brancos: distribuição da fracção de lama nos sedimentos superficiais.

Fonte: Lwandle 2012. Dados reunidos durante o levantamento de Junho de 2012.

Metais Pesados

As concentrações de metais pesados nos sedimentos marítimos são baixas e ficam dentro dos valores da Meta de Qualidade Ambiental (EQT) especificados para o Oceano Índico Ocidental (Tabela 7.1, UNEP e CSIR 2009). Tal é esperado, dada a falta de industrialização na região.

Os metais pesados em sedimentos são sobretudo associados às fracções finas à medida que estas se dividem em minerais de argila, camadas de óxido / hidróxido de ferro e manganês em partículas de argila e substâncias orgânicas (Calmano, *et al* 1993). Os dados reunidos mostram ser este o caso, com a excepção aparente de chumbo e manganês, e uma excepção demonstrada de bário.

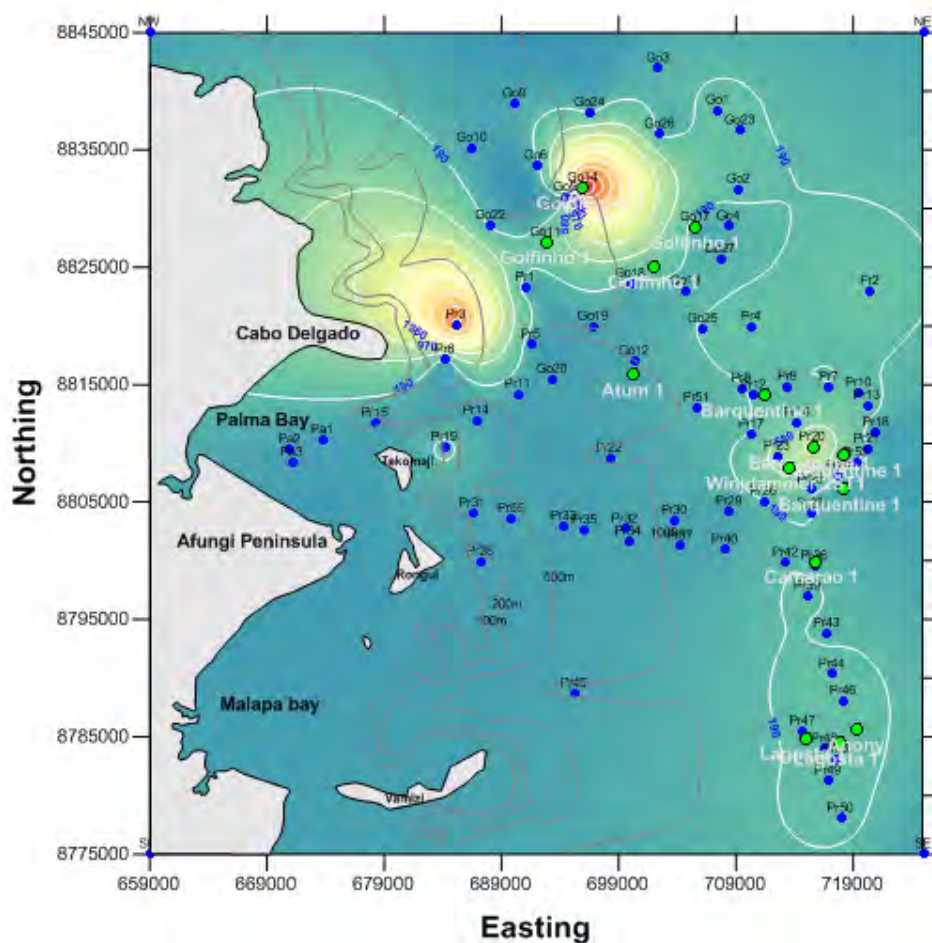
Tabela 7.1 *Concentrações de Metais Pesados (mg/kg) para a Área de Estudo em Alto Mar, Junho de 2012, em Comparação com as Metas de Qualidade Ambiental (EQT) para as Concentrações de Sedimentos na Região WIOLAB*

Metal	Média	Desvio Padrão	n	WIOLAB EQT
Alumínio (Al)	27748,8	15381,6	77	
Cádmio (Cd)	Nd			0,68
Níquel (Ni)	15,4	7,8	77	15,9
Prata (Ag)	Nd			0,73
Arsénico (As)	2,5	1,4	28	7,24
Bário (Ba)	244,5	570,8	77	
Berílio (Be)	1,1	0,2	33	
Cobalto (Co)	6,3	3,0	74	
Crómio (Cr)	28,1	11,2	77	52,3
Cobre (Cu)	3,12	7,2	76	18,7
Ferro (Fe)	18159,5	9003,9	77	
Chumbo (Pb)	4,8	1,5	57	30,2
Lítio (Li)	26,4	11,1	75	
Manganês (Mn)	315,6	243,8	77	
Molibdénio (Mo)	ND			
Selénio (Se)	ND			
Estrôncio (Sr)	1715,0	698	77	
Vanádio (V)	31,3	14,8	77	
Zinco (Zn)	33,8	16,4	77	124

Legenda: ND = abaixo do limite de detecção, EQT = concentração-meta de qualidade ambiental.
 Fonte: Lwandle 2012. Dados reunidos durante o levantamento de Junho de 2012.

Os níveis de bário numa série de estações de amostragem na Área 1 foram altamente enriquecidos em relação às condições aparentes da situação de referência. Uma fonte possível de bário é a barita, usada como agente de ponderação em fluidos de perfuração. Esta fonte é confirmada até determinado ponto na distribuição comparativa de concentrações de bário em sedimentos e posições de poços perfurados já conhecidas, assim como nos campos de gás de Golfinho e Prosperidade (ver *Figura 7.17*). É evidente que a concentração de bário é fortemente elevada no poço Golfinho 1, e menos acentuada nos complexos de poços Barquentine e Lagosta. A concentração fortemente elevada registada no local de amostra Pr3 não está ligada aos dados de posição do poço para estes complexos de poços, mas podem ser o resultado de anteriores actividades de pesquisa nesta região.

Figura 7.17 Distribuição das Concentrações de Bário (mg/kg) em Sedimentos, Junho 2012 e locais de Poços na Área 1



Legenda: Pontos azuis: locais de amostragem de sedimentos. Pontos verdes: locais de poços perfurados já conhecidos. Linha Branca: distribuição das concentrações de bário em mg/kg.

Fonte: Lwandle 2012. Dados reunidos durante o levantamento de Junho de 2012.

7.6 AMBIENTE EM ALTO MAR - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

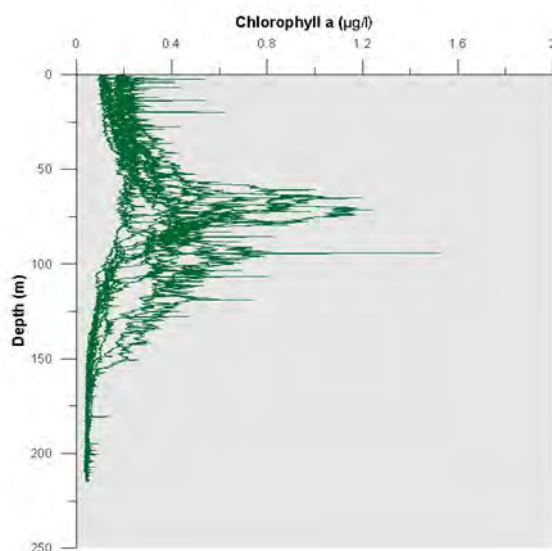
7.6.1 Plâncton

O plâncton é composto por dois componentes principais: o fitoplâncton e o zooplâncton. Geralmente, esses dois componentes do plâncton são a base que sustenta a cadeia trófica da vida marinha. A informação sobre plâncton na Área de Estudo é escassa. Saetre e da Silva (1979) estudaram a distribuição do plâncton e os resultados de abundância de levantamentos acústicos realizados durante o cruzeiro Dr Fridtjof Nansen em águas do norte de Moçambique. Estes autores sugeriram que o plâncton é abundante sobre a plataforma continental, com uma abundância máxima a ter lugar ao longo da orla ou quebra da plataforma continental, com as áreas fora da plataforma a exibir uma baixa abundância de plâncton. No entanto, não há informação disponível acerca da diversidade de espécies. A ocorrência frequente de

cardumes de atum conhecida na região foi também determinante para a alta produtividade de plâncton (Saetre e da Silva, 1979).

As amostras de água recolhidas das estações de amostragem CTD em alto mar, em Junho de 2012 (ver *Secção 7.5.1*) foram analisadas para fluorescência da clorofila e os perfis dos compósitos (*Figura 7.18*) mostram uma baixa biomassa de fitoplâncton na coluna de água superior que cobre um máximo de clorofila à sub-superfície abaixo dos 50m de profundidade. Isto é consistente com uma camada mista superior eufótica, mas limitada em nutrientes com nutrientes difusos através da termoclina de águas profundas afóticas mas relativamente ricas em nutrientes. Esta é uma característica omnipresente nas distribuições de clorofila em oceano aberto (por exemplo, Parsons *et al.*, 1977).

Figura 7.18 *Perfis de Profundidade de Clorofila Compostos para as Estações de Amostragem CTD em Alto Mar, Junho 2012*



Fonte: Lwandle 2012. Dados reunidos durante o levantamento de Junho de 2012.

7.6.2

Bentos

Cento e dez taxa de bentos foram observados nas amostras recolhidas nas estações de amostragem em alto mar (ver *Figura 7.2*), incluindo taxa dos principais grupos Polychaeta, Crustacea, Mollusca e Echinodermata. Grupos menores de Sipunculida, Cnidaria e Nemertea também estavam representados. Como indica a *Tabela 7.2*, os polychaetes eram o grupo mais taxonomicamente diverso, representado por 36 famílias.

Tabela 7.2 *Número Total de Famílias e Espécies/Taxa Nominal por Grupo Taxonômico mais Elevado (Filo, Classe ou Ordem) de todos os Locais Amostrados em Junho de 2012*

Taxa Superior	Hierarquia do Taxon	Número de Famílias	Número de Taxa/Espécies
Sipunculida	Filo	1	1*
Nemertea	Filo	1	1*
Platyhelminthes	Filo	1	1
Polychaeta	Classe	36	63
Gastropoda	Classe	3	3
Bivalvia	Classe	4	4
Aculifera	Classe	1	1
Ophiuroidea	Classe	1	3*
Holothuroidea	Classe	2	2
Anthozoa	Classe	1	1*
Amphipoda	Ordem	7	9
Cumacea	Ordem	1	2
Isopoda	Ordem	5	13
		(incluindo a ordem Asellota)	
Tanaidacea	Ordem	8	9
Decapoda	Ordem	4	5

Várias espécies de Tanaidacea (crustacea) observadas aparentam serem novas para a ciência, não tendo sido anteriormente descritas taxonomicamente. Estes espécimes foram enviados a um especialista reconhecido em taxonomia de Tanaidacea para a confirmação desta informação. Não é sabido se estas só ocorrem na área uma vez que os bentos da África Oriental não foram investigados ao ponto de se poderem tirar conclusões sobre a extensão geográfica dos organismos amostrados. Geralmente, os bentos de águas profundas possuem distribuição geográfica que se estende em múltiplos graus de latitude (p.ex. Rex et al., 2000), sendo improvável que os bentos observados na Área 1 sejam diferentes neste sentido. Os padrões de distribuição na área amostrada são apenas pobremente definidos com os dados disponíveis e existem nos sedimentos fracas associações similares com variáveis-chave.

A fauna dominante em termos de abundância e biomassa está listada na Tabela 7.3.

Tabela 7.3 *Abundância e Biomassa de Bentos Recolhidos no Levantamento de Junho de 2012*

Abundância		
Taxa Superior	Taxon	Abundância total (0.1m ²)
Polychaeta	<i>Aphelochaeta</i> spp. (<i>Monticellina</i> spp.?)	52.78
	Syllidae	36.00
	<i>Aponuphis</i> spp.	33.84
	<i>Exogone</i> spp.	33.25
	<i>Paraprionospio</i> spp.	29.00
	<i>Aricidea</i> spp.	24.5

Abundância		
Taxa Superior	Taxon	Abundância total (0.1m ²)
	<i>Nephtys</i> spp.	24.03
	Ampharetidae	23.03
	Maldanidae	19.03
Sipunculida	Sipunculida	18.75
Biomassa		
Taxa Superior	Taxon	Biomassa Total (g/0.1m ²)
Echinodermata	<i>Theleota ananas</i>	31.35
Mollusca	<i>Bullia</i> spp.	3.99
Sipunculida	Sipunculida	0.70
Mollusca	Bivalvia C (recruta) Veneridae	0.35
	Amphiuridae A	0.34
Polychaeta	Maldanidae	0.24
	<i>Aponuphis</i> spp.	0.17
Mollusca	Arcidae	0.10
Platyhelminthes	Platyhelminthes	0.10
Nemertea	Nemertea	0.09

Em geral, os bentos estavam distribuídos de forma dispersa ao longo da Área de Levantamento em Alto Mar, com algumas estações registrando contagens nulas. A pesquisa de bentos em alto mar indica que a fauna está distribuída de forma dispersa na Área 1 mas é diversificada.

Tipicamente, foram observadas baixas abundâncias na maioria dos locais amostrados em alto mar, com níveis elevados na Baía de Palma e nas estações Pr3 e Pr 29. Os Polychaeta compreendem grande parte da fauna numericamente abundante, sendo o único outro grupo representado pelos Sipunculida (*peanut worms*/vermes de amendoim). A biomassa bêntica estava distribuída de forma uniforme, com baixa biomassa nas áreas de águas mais profundas e níveis marcadamente mais elevados na Baía de Palma (embora isto seja atribuído à presença de um único espécimen da Holotúria *Theleota ananas* (Echinodermata, Holothuroida (pepino do mar)) e dois espécimes de *Bullia* (Mollusca, Bivalvia). Os resultados sugerem que a abundância e biomassa dominem com o aumento da profundidade da água.

Apesar do número moderadamente grande de amostras, é provável que as espécies presentes tenham sido sub-amostradas e que a lista taxonômica elaborada para a área esteja incompleta.

A Figura 7.19 mostra o número de espécimes de bentos observados em alto mar, incluindo as espécies identificadas que não foram anteriormente descritas taxonomicamente.

Figura 7.19 *Especímenes de Bentos na Área 1, em Alto Mar, Moçambique*



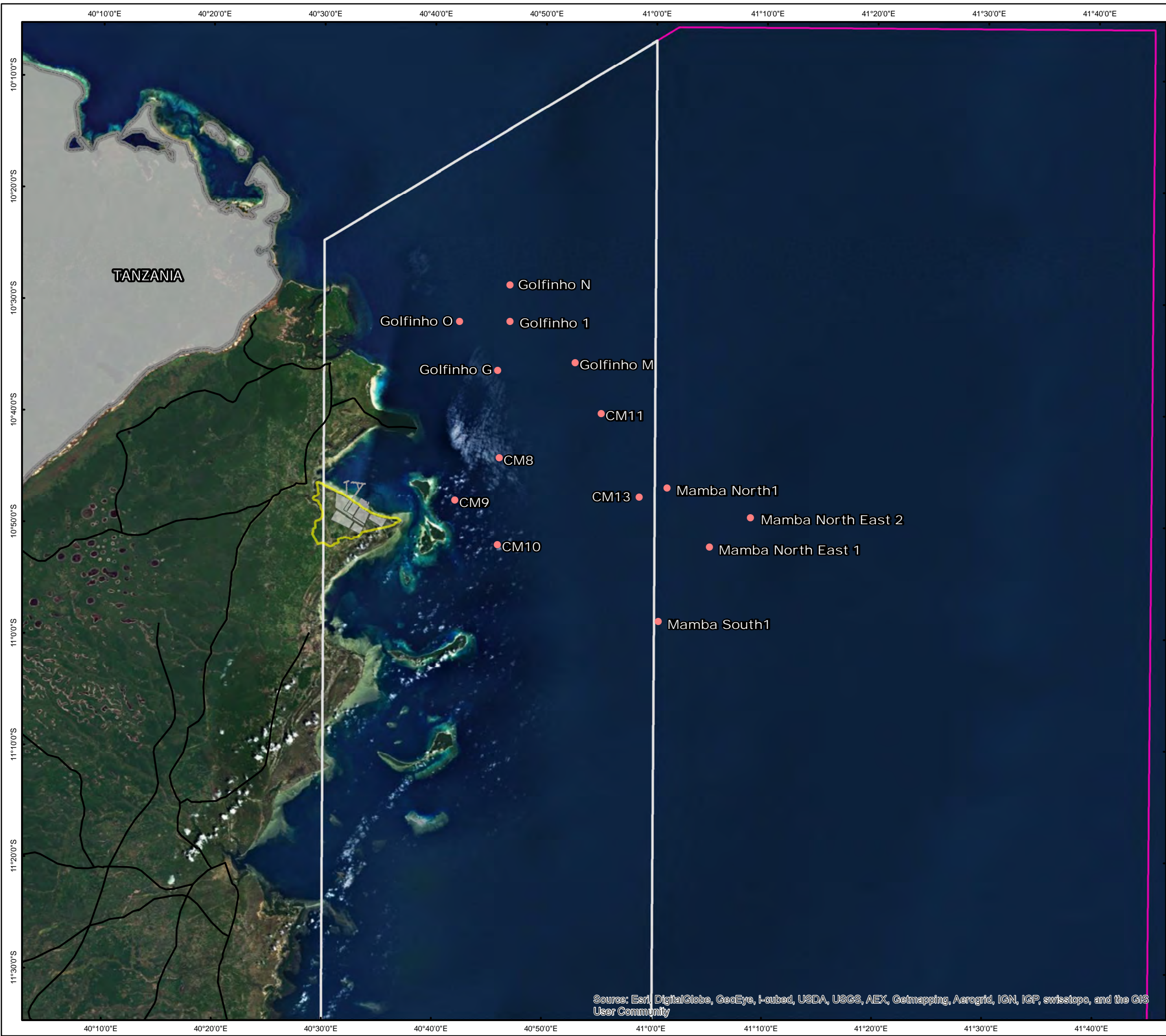
Nota: Apseudes sp. e Parapseudes sp. (imagens no centro) são, aparentemente, novas espécies Tanaidacea (Crustacea).

Fonte: Lwandle, 2012.

7.6.3 *Estruturas de Recife*

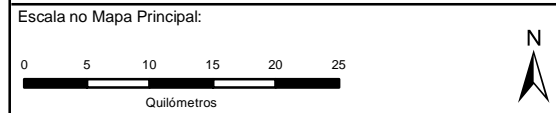
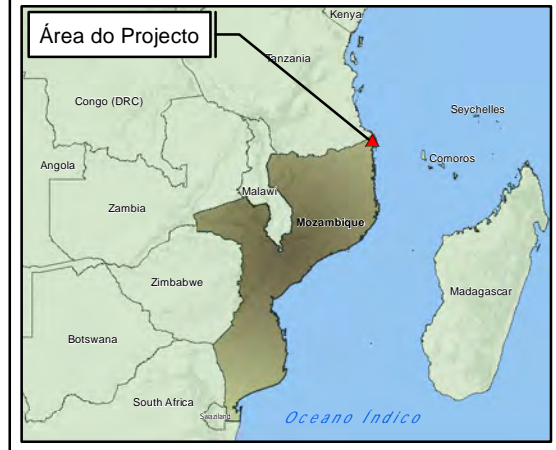
Não existem relatórios científicos publicados sobre a distribuição ou características dos recifes em águas profundas ao largo da costa norte de Moçambique. A CSA, no âmbito da pesquisa de campos de gás e modelagem de simulação para descargas de aparas e lamas de perfuração, analisou os dados de vídeo do fundo do mar do ROV em cinco locais no Campo de Gás de Golfinho em 2012. A este trabalho foi adicionado um registo em vídeo ROV de cinco locais de medição de corrente fora da Baía de Palma e outros quatro locais no Campo de Gás Mamba. As localizações destes encontram-se

ilustradas na *Figura 7.20* e as profundidades de água para cada um e tipos de transectos implantados estão listados na *Tabela 7.4*.



Legenda

- Estradas Regionais
- Cais
- Disposição em Terra
- ▭ Local do Projecto em Afungi
- Levantamentos de Vídeo ROV do Fundo do Mar
- Área 1
- ▭ Área 4



Título:
Figura 7.20:
 Localização dos Levantamentos
 de Vídeo ROV do Fundo do Mar
 na Área 1

Ciente:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

Data: Oct 2013	Verificado: KG	Projecto: 0133576
Desenhado: AB	Aprovado: KG	Escala: 1 : 600 000

Desenho: Locations of Seabed ROV Video Surveys portuguese.mxd	REV: A
---	-----------

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S. Datum: WGS84 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.Lwandle Technologies, 2012. Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI	Dimensão A3
--	----------------

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

Tabela 7.4 Levantamentos de Vídeo por ROV do Leito do Mar nos Campos de Gás ao Largo da Baía de Palma

Local	Localização Aproximada (WGS 1984 UTM Zona 37S)		Profundidade da Água (m)	Nº de Transectos	Comprimento e disposição do transecto
	X	Y			
Golfinho 1	694835	8835250	1010	17	400 m, grelha
Golfinho G	692805	8827130	845	8	400 m, radial
Golfinho M	705570	8828395	1290	8	400 m, radial
Golfinho N	694820	8841230	1075	8	400 m, radial
Golfinho O	686515	8835175	730	8	400 m, radial
CM8	693024	8812646	655	4	~500 m, ortogonal
CM9	685690	8805685	390	4	~500 m, ortogonal
CM10	692767	8798344	515	4	~500 m, ortogonal
CM11	709885	8820012	1459	4	~500 m, ortogonal
CM13	716142	8806133	1510	4	~500 m, ortogonal
Mamba South 1	719325 .230	8785615.230	1605	8	400 m, radial
Mamba North 1	720799 .494	8807702.420	1710	10	400 m, radial
Mamba North East 1	727761 .986	8797923.935	1863	9	400 m, radial
Mamba North East 2	734528 .570	8802752.640	2019	7	400 m, radial

Fonte: Lwandle 2012. Dados do CSA (2012) e MSI (2012 na bibliog.) e eni, 2013

Estes levantamentos detectaram recifes de baixo relevo em Golfinho 1, G e O, CM 9, 10 e 13 e recifes de relevo alto e rugoso em Golfinho 1 e CM10, indicando que os recifes ocorrem no intervalo de profundidade completa (390 a 1,510 m) para os quais se efectuaram observações. É provável que sejam encontrados em toda a área dos campos de gás em alto mar. Os registos de vídeo do Campo de Gás Mamba não mostram qualquer evidência da existência de estruturas de recifes na vizinhança dos quatro locais amostrados. A profundidade nestes dois locais de poços atingem 1,685m e 2,000m, respectivamente. A ausência de estruturas de recifes não pode ser extrapolada para todo o campo de gás Mamba, uma vez que a área do leito do mar estava limitado à vizinhança imediata dos dois locais de poços.

Embora os registos de vídeo não sejam de alta qualidade, parece que a biodiversidade é maior nos recifes em alto relevo do que nos recifes em baixo relevo, sendo nestes últimos consideravelmente menor. No entanto, mesmo os recifes em alto relevo aparentemente não suportam altas densidades de fauna, estimando-se visualmente que atinjam 68 organismos por metro quadrado (CSA, 2012). A fauna observada inclui Gorgoniid octocorais, Scleractinian cup corals e *Lophelia*, crinóides, esponjas e corais Antipatharian (pretos). Deve notar-se que apenas os organismos maiores e facilmente visíveis teriam sido identificáveis nos registos de vídeo, devido à fraca qualidade dos registos de vídeo. Alguma da fauna observada é de

crescimento extremamente lento, por exemplo, os corais negros detêm taxas de crescimento estimadas em <0,1 milímetros por ano (Roark *et al.*, 2009). Assim, embora a biodiversidade possa ser baixa e os corais de águas profundas não se encontrem bem desenvolvidos, estes recifes em alto relevo são características ecológicamente importantes. As *Figura 7.21* e *Figura 7.22* mostram exemplos de um recife de alto relevo a aproximadamente 1.000 m de profundidade e um recife de baixo relevo a uma profundidade de 390m, respectivamente.

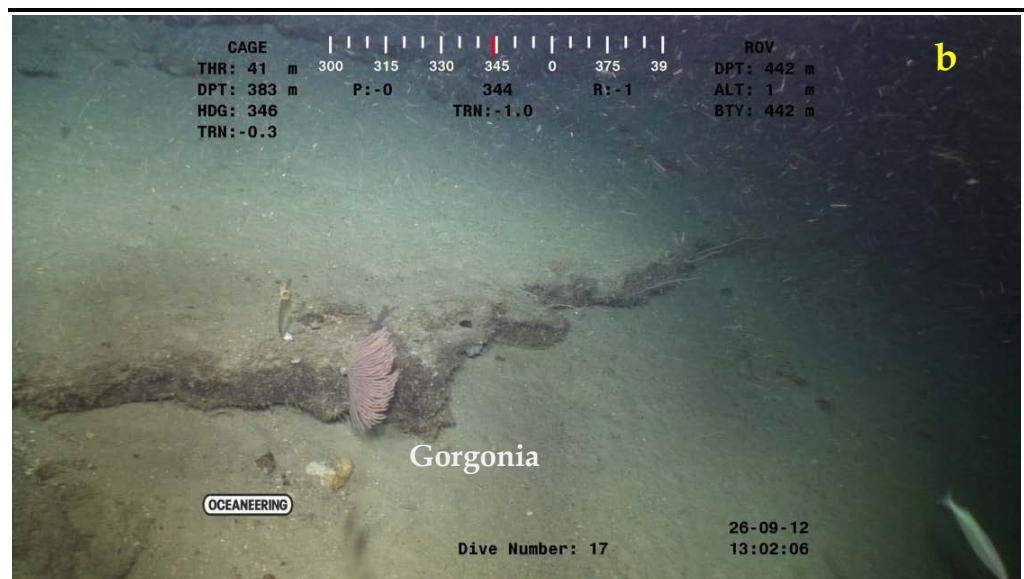
Figura 7.21 *Imagens ROV de Estruturas de Recifes de Alto Relevo a Aproximadamente 1000m de Profundidade na Área de Estudo em Alto Mar (Campo de Gás de Golfinho)*



A qualidade da imagem é insuficiente para uma classificação taxonômica segura.

Fonte: Lwandle 2012. Imagens fornecidas pela AMA1.

Figura 7.22 *Imagens ROV de Estruturas de Recifes de Baixo Relevo a Aproximadamente 390m de Profundidade na Área de Estudo em Alto Mar (Campo de Gás de Golfinho)*



A qualidade da imagem é insuficiente para uma classificação taxonômica segura.

Fonte: Lwandle 2012. Imagens fornecidas pela AMA1.

Na ausência de qualquer investigação científica, muito pouco se sabe sobre os recifes de águas profundas ao largo de Moçambique ou da plataforma continental da costa oriental Africana em geral. Os recifes de águas profundas, incluindo recifes de coral e corais rugosos, tipicamente actuam como reservas de biodiversidade, suportando uma complexidade de habitats distinta do leito do mar circundante. As espécies que não são restritas aos corais geralmente se beneficiam pela utilização destas estruturas como refúgio, p.ex. viveiros para peixes. Os recifes de águas profundas suportam um grande número de comunidades, mas, a extensão da função e importância das estruturas dos recifes de águas profundas na Área do Projecto, não são totalmente compreendidas.

7.6.4

Peixes

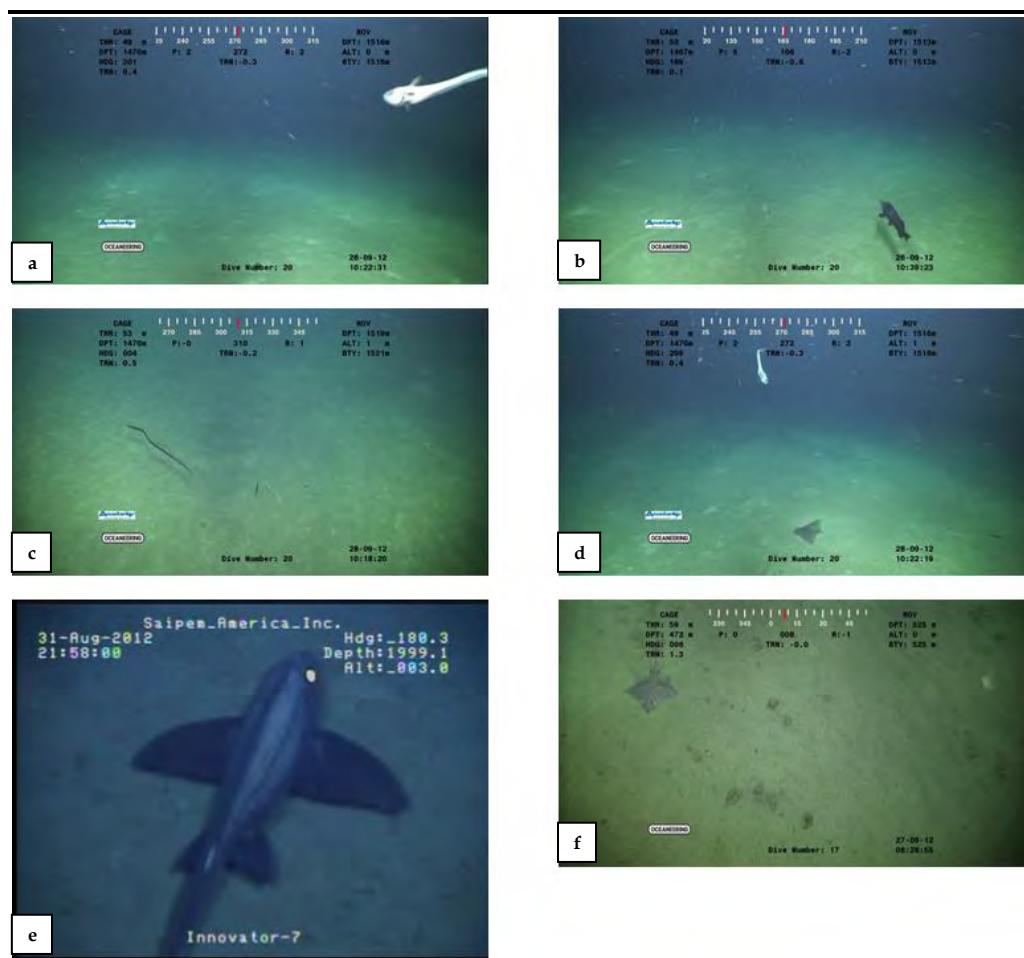
A fauna de peixes das águas do norte de Moçambique fora da quebra da plataforma continental não é bem conhecida, como é o caso de grande parte dos oceanos do mundo, com o conhecimento confinado ao atum, cavala e bonito (Scomberidae) pelágicos e comercialmente importantes. As espécies importantes incluem atum albacora (*Thunnus albacares*) e gaiado (*Katsuwonus pelamis*) as quais são categorizadas pela Lista Vermelha da IUCN como Quase Ameaçadas e de Menor Preocupação (IUCN, 2012). A informação sobre outras espécies que provavelmente se encontram presentes provém de dados de capturas secundárias à pesca do atum (Romanov, 2002). Os registos das capturas secundárias identificam até 45 táxons de fauna de peixes, dependendo se os cardumes de atum se movimentam de forma autónoma ou associados a tubarões-baleia (*Rhincodon typus*), caracterizadas como Vulneráveis (IUCN, 2012) ou a baleias (principalmente a Balaenoptera tal como a baleia-boreal). Estes incluem Dasyatidae (uges), Mobulidae (ratuas), Lamnidae (anequins), Carcharinidae, Sphyrnidae (tubarões-martelo), Exocoetidae (peixe voador), Belonidae (Peixe Agulha), Lampidae (peixe cravo), Spyraenidae (barracudas), Carangidae (muitas espécies), Coryphaenidae (dourado), Kyphosidae (preguiçosas), Gempylidae (peixes-fita), Ephippidae (peixe morcego), Scombridae (cavala-gigante, cavala, atum), Istiophoridae (veleiro, espadim), Xiphidae (espadarte), Nomeidae (peixe azul), Monacanthidae (peixes-porco-galhudos) e Diodontidae (peixe bola). Todos os itens acima têm distribuições muito alargadas no Oceano Índico ocidental.

Os Peixes Mesopelágicos que provavelmente ocorrem na zona de alto mar incluem o *Benthoema fibulatum*, *Symbolophorus evermanni*, *Diaphus garmani*, *D. nielsenii*, *D. perspicillatus* and *Lampanyctus* sp. (Saetre & da Silva, 1979). Este grupo encontra-se bem representado entre 50 km e 300 km ao largo da costa, mas parece diminuir em abundância para além desta faixa. A biomassa total foi estimada em 5.600 toneladas. Semelhante às maiores espécies pelágicas, as mesopelágicas encontram-se amplamente distribuídas no ocidente do oceano Índico e do mundo.

A Figura 7.23 ilustra a selecção de peixes demersais de águas profundas observadas pelas imagens de vídeo obtidas pelo ROV durante as actividades de pesquisa de gás. Dada a qualidade das imagens e uma vez que não foi

recolhido nenhum espécimen, foi difícil efectuar a identificação dos peixes. Acredita-se que algumas das espécies observadas, p.ex. peixes que se assemelham ao tubarão-anjo na figura abaixo, não tenha sido previamente descrita taxonomicamente, sendo possível que seja uma espécie nova para a ciência.

Figura 7.23 *Imagens de ROV de Peixes Demersais de Águas Profundas nos Campos de Gás em Alto Mar*



Fontes: Imagens a - d e f da AMA1, 2013. Imagem e da eni.

Tentativa de classificação – cortesia de David Japp (Capricorn Fishing CC, South Africa) e David Ebert (Pacific Shark Research Centre, Moss Landing Marine Laboratories, California State University):

- (a) Malacocephalus sp. (Rat Tail)
- (b) Alepocephalus sp. (*A. australis* (?), Slickhead)
- (c) Anguilliformes (Ophichthidae sp (?), snake eel)
- (d) Myliobatidae sp.
- (e) Ainda não identificada, aparenta um tubarão-anjo (Squatinae) mas os movimentos da natação e cauda indicam que poderá ser um peixe óseo (Osteichthyes).
- (f) Raja sp. (*R. alba* ou *R. dissimilis*).

7.6.5

Baleias e Golfinhos

Segundo Peddemors *et al.* (1997), pelo menos 21 espécies de mamíferos marinhos foram registados no Canal de Moçambique, 17 dos quais deverão provavelmente ocorrer na Área de Estudo (Tabela 7.5). Um cachalote

(*Physeter macrocephalus*) foi registado durante o programa de monitorização de mamíferos marinhos de 2008, realizado como parte da pesquisa sísmica em águas profundas da Área 1, realizada entre Janeiro e Maio de 2008 (Equipa Marinha em Alto Mar ⁽¹⁾, 2008). Esta e várias outras espécies foram avistadas pelos Observadores de Mamíferos Marinhos na Área 4, durante a pesquisa sísmica realizada entre Fevereiro e Junho de 2010 (RPS Energy 2010). As espécies observadas na vizinhança do Campo de Gás durante as campanhas sísmicas estão listadas na *Tabela 7.5*.

Adicionalmente, uma baleia-boreal (*Balaenoptera borealis*) foi posteriormente avistada na Área de Estudo (Mario Rassul, AMA1, pers. comm., 2011).

As baleias boreais são consideradas Em Perigo, os cachalotes Vulneráveis, os golfinhos-corcunda do Oceano Índico Quase Ameaçados e o equilíbrio das espécies são de preocupação menor, por exemplo, as baleias-corcunda (jubarte), que foram 'despromovidas' do estatuto de Ameaçadas, ou com Dados considerados Insuficientes de acordo com a Lista Vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (IUCN, 2012).

A *Figura 7.24* mostra os avistamentos de mamíferos marinhos observados pelos observadores de mamíferos marinhos durante as pesquisas sísmicas realizadas 2008 em alto mar (Marine Team Offshore, 2008). A *Tabela 7.5* indica os períodos em que várias espécies de baleias e golfinhos são susceptíveis de ocorrer no alto mar com base em observações anteriores.

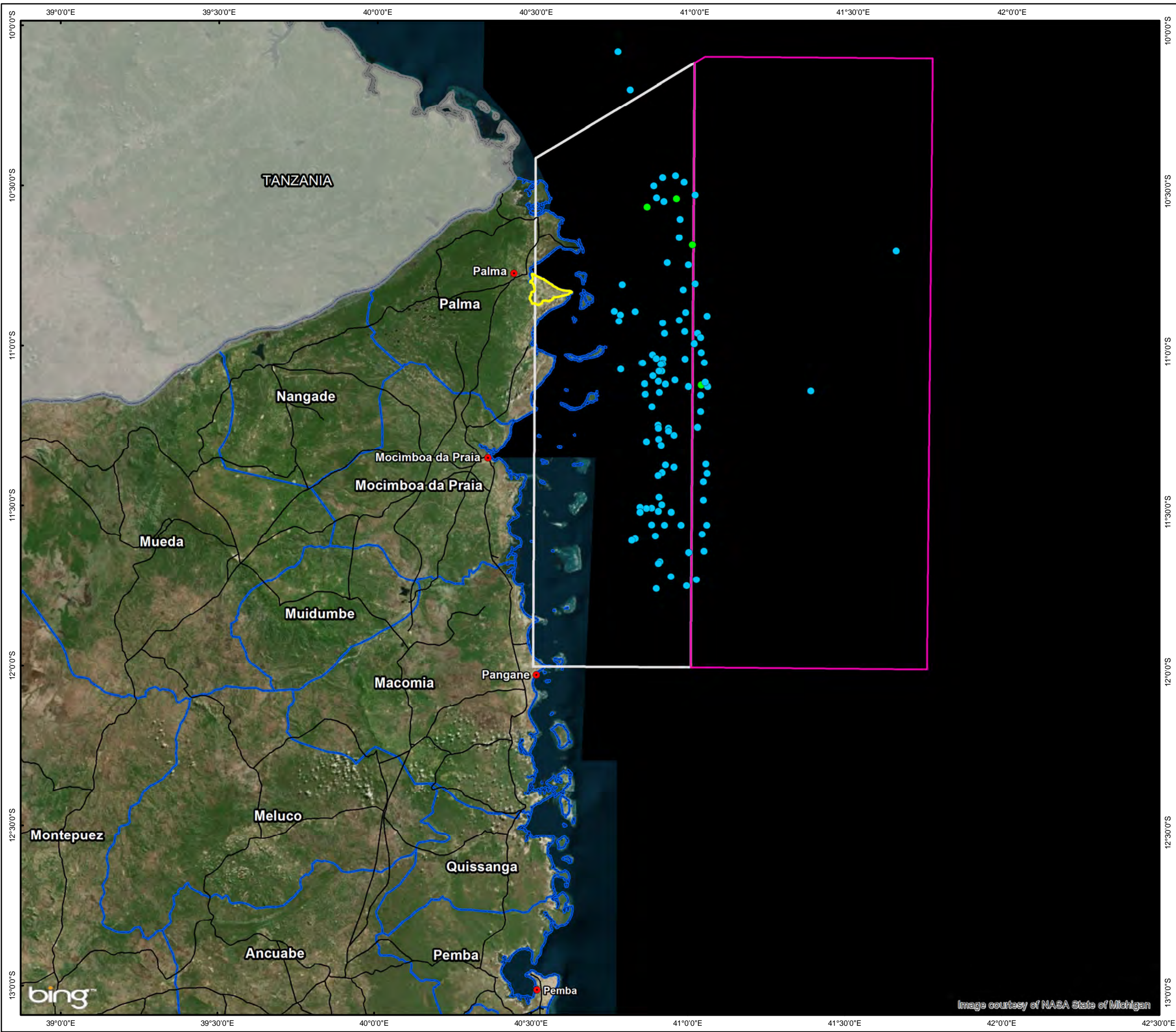
Tabela 7.5 *Mamíferos Marinhos no Canal de Moçambique e Ocorrências e Visualizações Esperadas*

Nome Comum	Espécie	Estatuto de Conservação*	Residente/Ocorrências	Avistamentos na Área 4
Baleia-Jubarte	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Menor Preocupação	Sazonal de Julho a Novembro	Sim
Baleia-anã	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Menor Preocupação	Sazonal de Julho a Novembro	Sim
Golfinho comum	<i>Delphinus delphis</i>	Menor Preocupação	Todo o ano	Sim
Orca pigmeia	<i>Feresa attenuata</i>	Insuficiência de Dados	Todo o ano	Sim
Baleia-piloto de barbatanas curtas	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Insuficiência de Dados	Todo o ano	Sim
Golfinho-de-Risso	<i>Grampus griseus</i>	Menor Preocupação	Todo o ano	Sim
Cachalote pigmeu	<i>Kogia breviceps</i>	Insuficiência de Dados	Todo o ano	Sim
Baleia bicuda de Blainville	<i>Mesoplodon densirostris</i>	Data Deficient	Todo o ano	

(1) A Equipa Marinha em Alto Mar refere-se à equipa destacada pela AMA1 para realizar um programa de monitorização dos mamíferos marinhos durante um levantamento sísmico nas águas profundas da Área 1, em 2008.

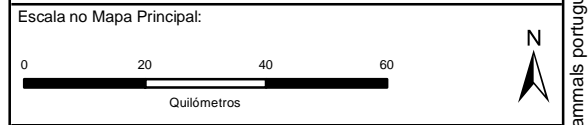
Nome Comum	Espécie	Estatuto de Conservação*	Residente/Ocorrências	Avistamentos na Área 4
Orca	<i>Orcinus orca</i>	Insuficiência de Dados	Sazonal	Sim
Baleia cabeça de melão	<i>Peponocephala electra</i>	Menor Preocupação	Todo o ano	Sim
Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	Vulnerável	Todo o ano / machos migratórios	Sim
Falsa-orca	<i>Balaenoptera brydei</i>	Insuficiência de Dados	Todo o ano	Sim
golfinho-corcunda do Índico	<i>Pseudorca crassidens</i>	Insuficiência de Dados	Todo o ano	Sim
Golfinho malhado	<i>Sousa chinensis</i>	Quase Ameaçada	Todo o ano	Sim - Próximo da costa
Golfinho listrado	<i>Stenella attenuata</i>	Menor Preocupação	Todo o ano	Sim
Golfinho-rotador saltador	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Menor Preocupação	Todo o ano	
Golfinho-de-dentes-rugosos	<i>Stenella longirostris</i>	Insuficiência de Dados	Todo o ano	Sim
Golfinho roaz corvineiro (narigudo)	<i>Steno bredanensis</i>	Menor Preocupação	Todo o ano	
Golfinho comum de nariz longo	<i>Tursiops truncatus</i>	Menor Preocupação	Todo o ano	Sim
Baleia-Jubarte	<i>Delphinus capensis</i>	Insuficiência de Dados	Sazonal de Julho a Novembro	
Golfinho de Risso	<i>Grampus griseus</i>	Menor Preocupação	Desconhecido	Sim
Baleia bicuda de Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>	Menor Preocupação	Todo o ano	Sim
Baleia-boreal	<i>Balaenoptera borealis</i>	Em Perigo	Sazonal (Inverno austral)	Sim

Fonte: Ocorrências espectáveis, de Peddemors et al., 1997. Observações na Área 4, da RPS Energy, 2010 durante a pesquisa sísmica. * O Estatuto de Conservação, com base na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (2012).



Legenda

- Avistamentos de Mamíferos Marinhos
- Avistamentos de Tartarugas
- Vilas / Cidades
- Estradas Regionais
- Local do Projecto em Afungi
- Área 1
- Área 4
- Limite do Distrito
- Fronteira com a Tanzania



Título:
Figura 7.24:
 Avistamentos de Mamíferos Marinhos
 (pontos azuis) e Tartarugas
 (pontos verdes) e Detecções

Ciente:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

Data: Oct 2013	Verificado: IE	Projecto: 0133576
Desenhado: AB	Aprovado: KG	Escala: 1 : 1 250 000
Desenho: Marine Mammals portuguese.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84	Dimensão
Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation. Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI	A3

Seis famílias taxonómicas de aves marítimas (amplamente definidas como espécies que passam uma grande parte das suas vidas na ou sobre a água do mar) podem ser encontradas nas águas marítimas do Norte de Moçambique (*Tabela 7.6*). Algumas espécies deste grupo ocupam sobretudo habitats na plataforma continental (por exemplo, albatrozes, paínhos e seus aliados, atobás e alcatrazes e rabos-de-palha). A maioria das espécies de aves marinhas no Canal de Moçambique, no entanto, habitam as águas da plataforma continental e do limite da mesma e habitats costeiros e terrestres adjacentes (Newman, 2002; Sinclair & Ryan, 2003).

Duas espécies que são conhecidas por ocorrer na área, albatrozes migratórios e alcatrazes do Cabo (os últimos, provavelmente, migrantes juvenis) estão actualmente listadas pela IUCN como Vulneráveis, o albatroz de nariz amarelo como Em Perigo, o albatroz-arisco e a pardela-cinza como Quase Ameaçadas (IUCN, 2012).

As Gaivinas-de-bico-laranja e as Gaivinas-comuns foram as aves marinhas mais comumente avistadas ao longo da borda ocidental da Área de Levantamento em águas da borda da plataforma continental, no mar durante o levantamento para a caracterização do habitat realizado pela AMA1 (CSA, 2007).

Tabela 7.6 Aves Marinhas de Alto Mar no Norte de Moçambique

Nome Comum	Espécie	Estatuto de Conservação*	Sazonalidade	Presença no Local
Albatroz errante	<i>Diomedea exulans</i>	Vulnerável	N/A	Visitante incomum
Albatroz de bico amarelo indiano	<i>Thalassarche carteri</i>	Em perigo	Inverno	Visitante comum
Albatroz-de-barrete-branco	<i>Thalassarche cauta</i>	Quase Ameaçada	Inverno	Visitante comum
			Verão	Visitante incomum
Freira-de-asas-grandes	<i>Pterodroma macroptera</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante comum
Pombo-marinho do Cabo	<i>Daption capense</i>	Menor Preocupação	Inverno	Visitante comum
Pardela-cinza	<i>Bulweria fallax</i>	Quase Ameaçada	N/A	Visitante incomum
Pardela-pacífica	<i>Puffinus pacificus</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante infrequente
Pardela-de-patas-carnudas	<i>Puffinus carneipes</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante incomum
Pardela-de-bico-amarelo	<i>Calonectris diomedea</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante comum
Pardela de Audubon	<i>Puffinus lherminieri</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante incomum
Alma-de-mestre	<i>Oceanites oceanicus</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante comum
Paínho-de-ventre-preto	<i>Fregatta tropica</i>	Menor Preocupação	Inverno	Visitante incomum
Alcatraz do Cabo	<i>Morus capensis</i>	Vulnerável	N/A	Migratório
Alcatraz-mascarada	<i>Sula dactylatra</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante comum
Alcatraz de pata vermelha	<i>Sula sula</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante incomum
Rabo-de-palha de cauda branca	<i>Phaethon lepturus</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante comum
Rabo-de-palha de cauda vermelha	<i>Phaethon rubricauda</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante incomum
Fragata pequena	<i>Fregata ariel</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante raro
Fragata grande	<i>Fregata minor</i>	Menor Preocupação	N/A	Residente comum
Garajau	<i>Sterna sandwicensis</i>	Menor Preocupação	Verão	Visitante comum
Gaivina-de-bico-laranja	<i>Sterna bengalensis</i>	Menor Preocupação	Verão	Visitante comum
Gaivina-comum	<i>Sterna hirundo</i>	Menor Preocupação	Verão	Visitante comum
Gaivina-de-dorso-preto	<i>Sterna fuscata</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante incomum
Gaivina-sombria-menor	<i>Anous tenuirostris</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante incomum
Moleiro-pomarino	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante comum
Moleiro-parasítico	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante comum
Moleiro-de-rabo-longo	<i>Stercorarius longicaudus</i>	Menor Preocupação	N/A	Visitante comum

Fonte: Harrison, 1983; Newman, 2002; Sinclair & Ryan, 2003.

* O estatuto de conservação baseia-se na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (2012).

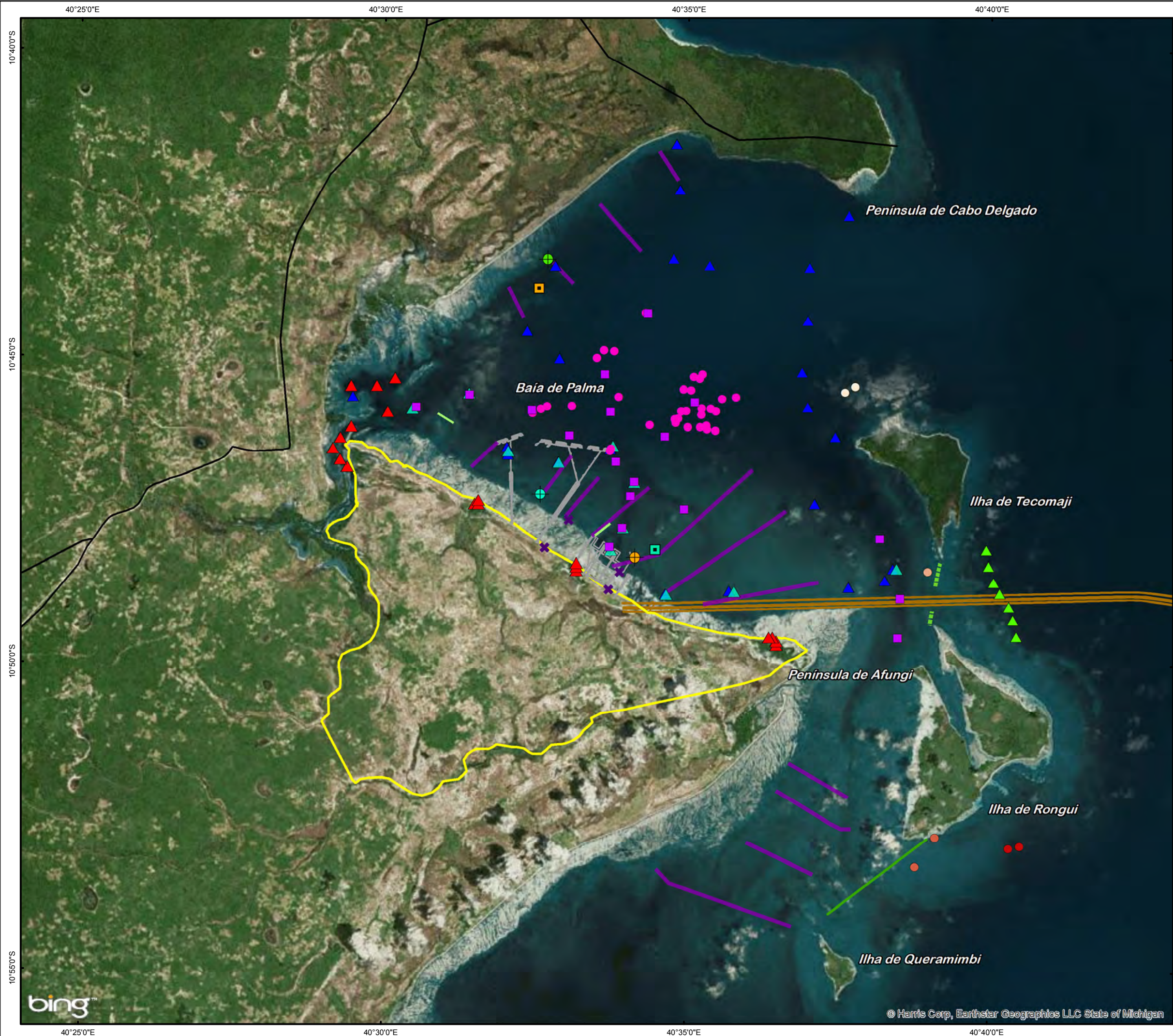
7.7 AMBIENTE PRÓXIMO DA COSTA - CONDIÇÕES FÍSICAS

7.7.1 *Levantamentos da Situação de Referência e Área de Estudo*

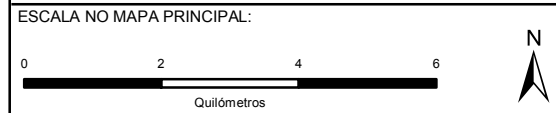
As informações e dados de localização específicos para a Baía de Palma são escassos. Portanto, como parte do processo de selecção do local para a Fábrica de GNL, e subsequente recolha de dados da situação de referência e aquisição de dados do projecto, foram realizadas investigações intensivas. Estas incluem o estudo dos perfis batimétricos e da sub-superfície (realizado pelo UWS), as medições meteo-oceanográficas dentro da baía e no mar realizado pela Metocean Services International (Pty) Ltd (MSI) e também levantamentos da ecologia marinha na época seca (Novembro de 2011) e chuvosa (Março de 2012) (Lwandle Technologies (Pty) Ltd). Estes são discutidos abaixo com o foco principal nos levantamentos de ecologia marinha, que são complementados por contribuições sobre a ecologia marinha da região (Adriano Macia, Impacto) e peixes e pesca (Atanasio Brito, Impacto).

Os levantamentos de ecologia marinha foram realizados em ambiente próximo da costa, ou seja, a Baía de Palma, pela Lwandle e incluíram as medições da coluna de água quanto à temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido, turvação e pH. Além disso, foram recolhidas amostras de água para avaliar a concentração e distribuição de nutrientes inorgânicos dissolvidos e realizados estudos sobre tapetes de ervas marinhas, corais e ecologia das praias arenosas. Os resultados são descritos nas *Secções 7.7 a 7.8* deste Capítulo.

A *Figura 7.25* proporciona uma vista esquemática da distribuição de estações e locais de medição em relação às instalações marítimas previstas para a Fábrica de GNL. A localização das estações e locais é colectivamente referida como a *Área de Levantamento de Campo*.



- Legenda**
- ▲ Condutividade- Temperatura-Profundidade
 - ▲ Locais de Amostragem de Nutrientes Inorgânicos
 - ▲ Locais de Amostragem de Nutrientes Inorgânicos - Estuários
- Estações de Amostragem de Ervas Marinhas**
- Local de Teste a Oriente de Afungi (AFE)
 - Local de Teste a Oriente de Afungi (AFE)
 - Palma Oeste (PMW)
 - Crateras de Areia
 - Locais de Amostragem de Sedimentos Superficiais
- Locais de Amostragem de Recife de Coral**
- "Bommie" Afastado do Campo (FFB)
 - "Bommie" Próximo do Campo (NFB)
 - ▲ Observações do Fundo do Mar em Águas Profundas entre as Ilhas de Tecomaji e Rongui
 - Observações no Norte de Tecomaji
 - Observações no Sul de Tecomaji
 - Observações de Rongui Sul
 - Transectos Sul de Rongui
 - Levantamento de Barco
 - Transecto de Tecomaji e Rongui
 - Transecto de Rongui para Queramimbi
 - Transectos de Ervas Marinhas
- Estradas Regionais
- Infra-Estrutura Proposta Próximo da Costa
- Rota Proposta do Corredor do Gasoduto
- Local do Projecto em Afungi



TÍTULO:
Figura 7.25:
Área de Levantamento da
Ecologia Marinha

CLIENTE:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

DATA: Oct 2013	VERIFICADO: IE	PROJECTO: 0133576
DESENHADO: AB	APROVADO: KG	ESCALA: 1 : 110 000
DESENHO: Marine Ecology Survey Area portuguesa.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.
 Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

DIMENSÃO:
 A3

Foram obtidos dados de batimetria e topográficos a partir das seguintes fontes:

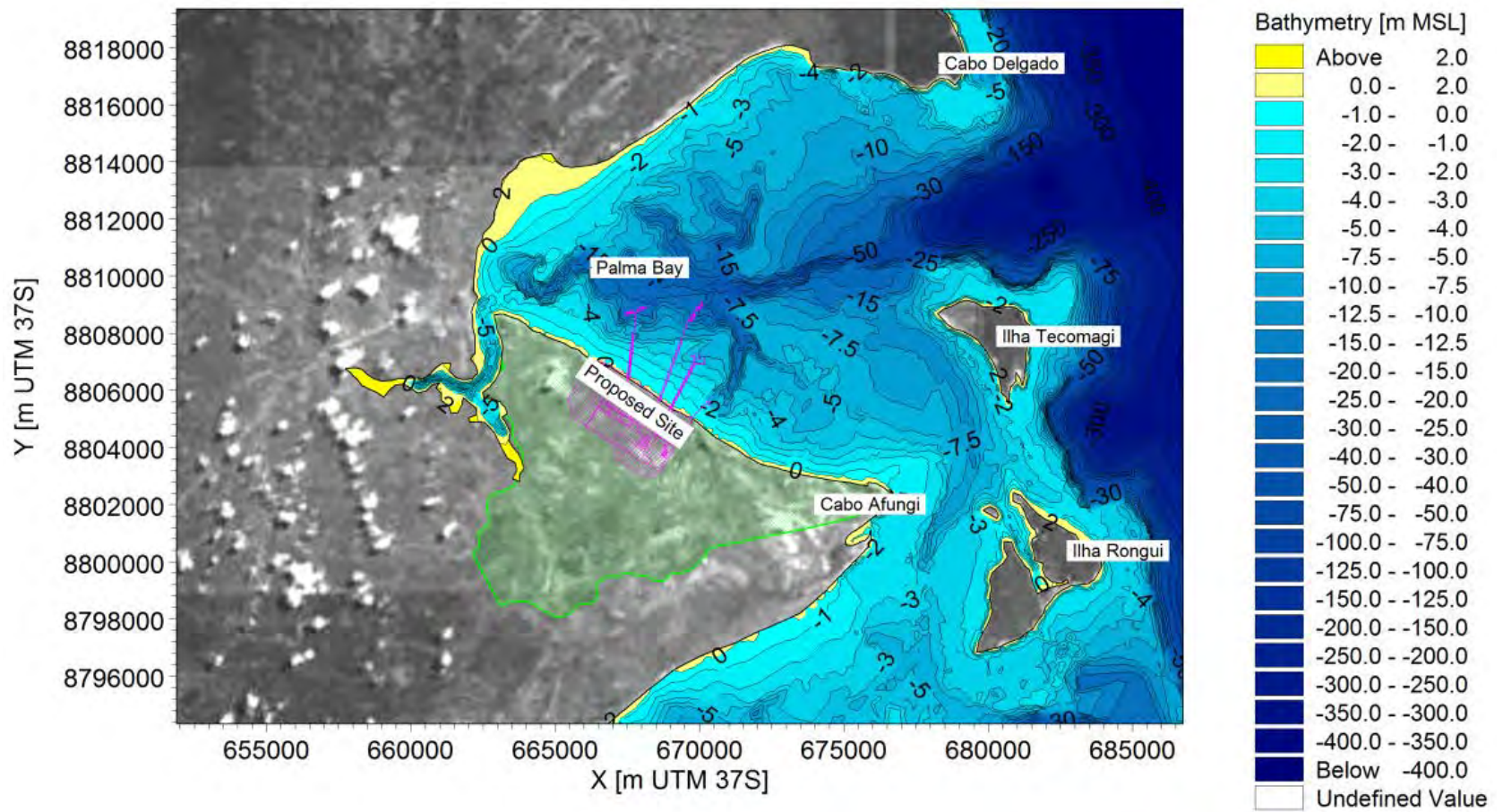
- levantamento batimétrico de feixe único e múltiplo para a Baía de Palma realizado pela Underwater Surveys (Pty) (conhecido por UWS) Ltd para a Anadarko (P Vrey, *pers. comm.*, 10 Fev 2012); e
- gráficos C-Map (DHI, 2011a).

Todos os níveis verticais neste relatório são relativos ao nível médio das águas do mar (MSL). A projecção horizontal é UTM Zona 37S. Os dados verticais da topografia e da batimetria foram analisados e corrigidos pela PRDW em relação aos dados das marés medidos em Palma Bay (PRDW, 2012). O *layout* geral da Baía de Palma e a sua batimetria são mostrados na *Figura 7.26*.

A batimetria da Baía de Palma sugere que a baía consiste num sistema de rio/estuário que ficou submerso. Há um canal central ligado a um desfiladeiro no limite da plataforma continental, que sai da baía entre a ponta norte da Ilha Tecomaji e a Península de Cabo Delgado. A profundidade do canal na zona central da baía atinge os 50m. Os canais subsidiários juntam-se a este a partir da costa ocidental da Baía de Palma e da costa norte da Península Afungi.

As ilhas de Tecomaji e Rongui situam-se no limite da plataforma continental, onde se encontram profundidades de água superiores a 350m a uma distância de 2,5 km das ilhas.

Figura 7.26 Batimetria da Baía de Palma



Fonte: PRDW 2012.

7.7.3

Marés e Correntes

Os níveis de água das marés foram medidos pela Underwater Surveys (Pty) Ltd na foz do estuário de Palma (10 ° 46 '31,83 "S, 40 ° 29' 09.19" E) durante quase três meses de 2 de Agosto 2011 a 25 de Outubro de 2011. A análise dos dados pela Lwandle previu os seguintes níveis de maré.

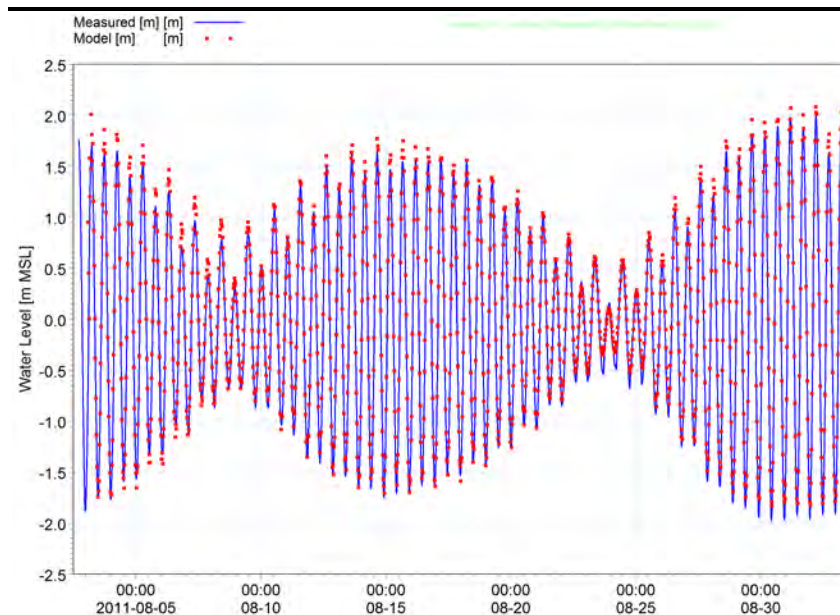
Tabela 7.7 *Níveis de Maré na Foz do Rio Palma*

Nível	Altura (m)
Maré astronómica mais alta (HAT)	2,21
Média das marés vivas altas (MHWS)	1,80
Média das marés mortas altas (MHWN)	0,48
Nível Médio do Mar (MSL)	0,00
Média de marés mortas baixas (MLWN)	-0,52
Média das marés vivas baixas (MLWS)	-1,77
Maré astronómica mais baixa (LAT)	-2,03

Fonte: Lwandle 2012. Dados resultantes da Underwater Surveys (Pty) Ltd.

A calibração desses níveis de água medidos foi realizada pela PRDW, usando o Modelo de Fluxo Mike 21 FM com base na abordagem de rede flexível (DHI, 2011b). Os resultados do modelo são conjugados com dados medidos e mostrados na *Figura 7.27*.

Figura 7.27 *Calibração do Modelo Hidrodinâmico: Modelo versus Níveis de Água Medidos na Baía de Palma*

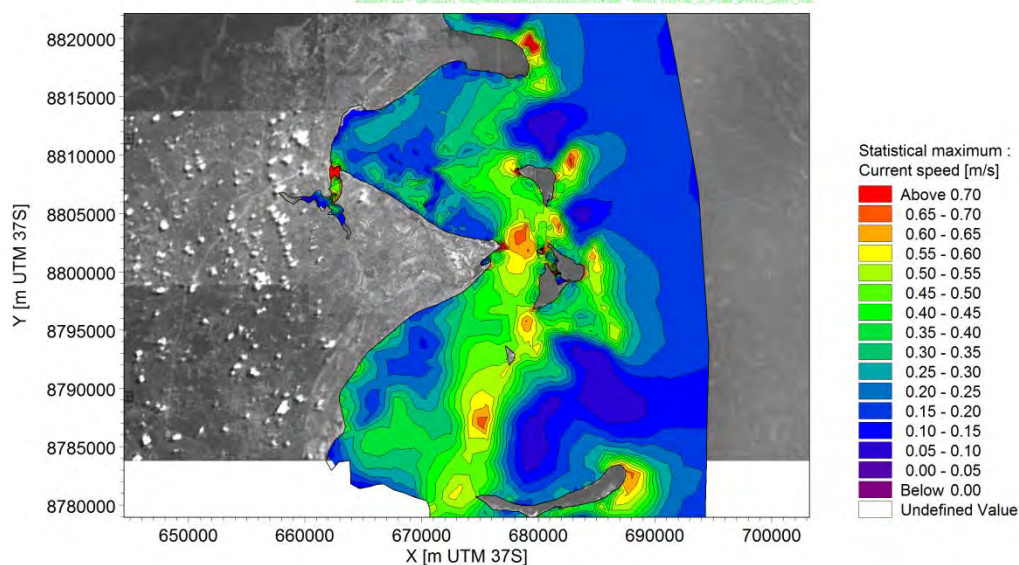


Fonte: PRDW 2012.

Além disso, a PRDW empreendeu modelagem hidrodinâmica a 3-D para caracterizar as condições actuais da Baía de Palma. Como mostrado na *Figura 7.28*, as velocidades máximas da corrente podem ser vistas em águas relativamente rasas entre as ilhas de Rongui e Tecomaji onde as velocidades máximas de corrente de 0,65 a 0,70 m/s foram observadas. As correntes

médias estatísticas (não mostradas) para a Baía de Palma são baixas, entre 0,05 e 0,2 m / s.

Figura 7.28 *Velocidades Máximas de Corrente Esperadas à Superfície para a Estação de Monção Sudeste*



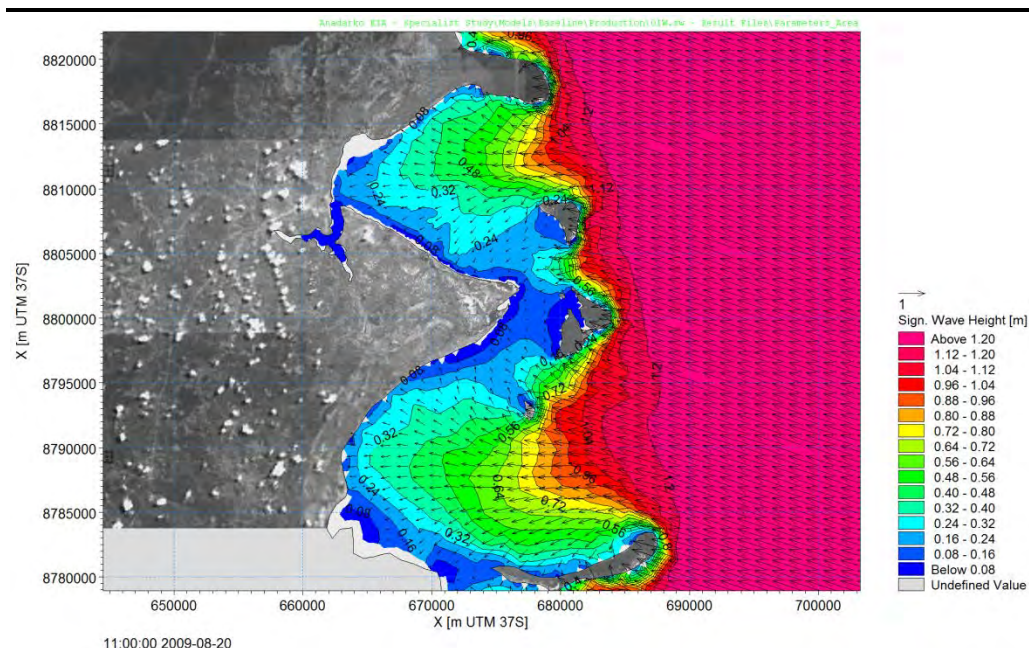
Fonte: PRDW 2012.

7.7.4 Ondas

O clima de ondas descrito na *Secção 7.5.2* para o ambiente em alto mar foi transformado para o ambiente próximo da costa, usando software de modelagem pela PRDW. Para a modelação, foram utilizadas duas condições representativas, cada uma com duração de um mês, extraídas dos dados de onda (NCEP, 2010) do Centro Nacional de Previsão Ambiental (NCEP) da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA). Estas condições podem ser vistas como representativas dos dois principais padrões sazonais, ou seja, uma monção noroeste (NW) e uma monção sudeste (SE).

Os resultados do modelo de transformação de ondas são mostrados na *Figura 7.29* para uma condição de onda única (20 de Agosto de 2009). Pode ser observado a partir da imagem que a profundidade limitada dentro da Baía de Palma juntamente com os recifes e as Ilhas de Rongui e Tecomaji oferecem protecção na Baía de Palma.

Figura 7.29 Transformação de Onda na Baía de Palma



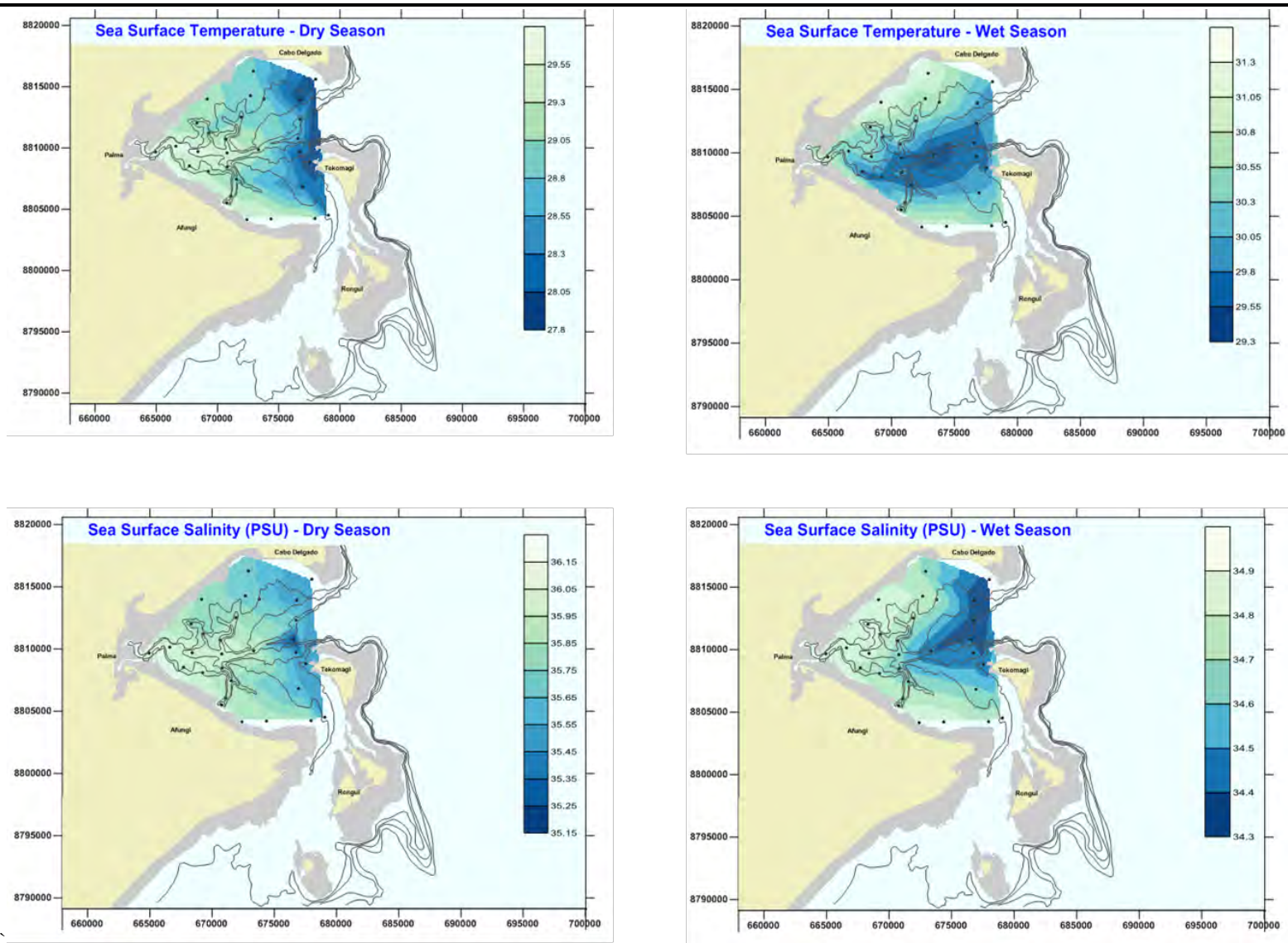
Fonte: PRDW 2012.

7.7.5 Coluna de Água - Propriedades

Temperatura e Salinidade

A temperatura da superfície do mar e as distribuições de salinidade medidas nas épocas seca (Novembro) e chuvosa (Março) na Baía de Palma são mostradas na Figura 7.30. As temperaturas de superfície variaram entre os 27,8 e os 29,6 ° C na estação seca e os 29,4 e os 31,3 ° C na estação chuvosa. As temperaturas mais altas foram registadas nos trechos internos da baía em ambas as estações. As salinidades da superfície do mar variaram de 35,14 a 36,13 unidades de salinidade práticas (PSU) na estação seca e foram menores em 34,34 a 34,89 PSU na estação chuvosa, consistente com o aumento da pluviosidade e escoamento superficial típico da estação chuvosa. No entanto, como com a distribuição da temperatura, a salinidade mais elevada ocorreu nas áreas interiores da Baía de Palma. A conjunção das temperaturas mais elevadas e maiores valores de salinidade implica a redução de taxas de rotatividade de água, com as temperaturas a aumentar devido ao aquecimento da superfície e a salinidade pela evaporação.

Figura 7.30 Temperatura da Superfície do Mar e Distribuições de Salinidade na Baía de Palma nas Épocas Seca (Novembro de 2011) e Chuvosa (Março de 2012)

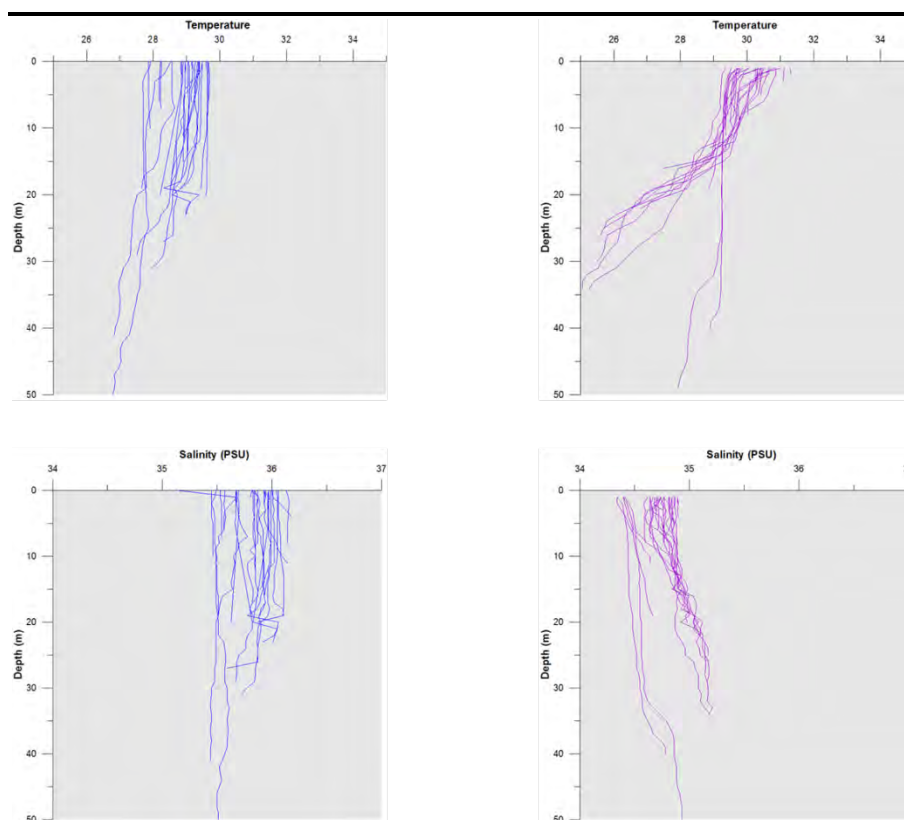


Fonte: Lwandle 2012.

As distribuições de temperatura e de salinidade em toda a coluna de água mostram gradientes verticais mínimos na época seca, mas gradientes mais fortes na estação chuvosa (Figura 7.31). As temperaturas da estação chuvosa mostram a presença de água relativamente fria em profundidade nos perfis rasos e que as temperaturas de fundo nestes são inferiores aos medidos a aproximadamente 50 m de profundidade, nas áreas mais profundas na entrada da Baía de Palma. Isto implica que as águas frias que estavam presentes na baía no dia da medição eram remanescentes de um evento de afloramento (*upwelling*) anterior. Não há dados simultâneos para identificar os mecanismos de afloramento, mas, dada a proximidade da quebra (limite) da plataforma continental, os eventos de afloramento são, provavelmente, pelo menos episódicos, se não mesmo frequentes.

Os *upwellings* são importantes para alimentar a produção primária em Palma Bay (e, provavelmente, as áreas costeiras do sul em direcção a Pemba), ao aumentar as concentrações de nutrientes inorgânicos e promover a troca de água entre a baía e o corpo de água da plataforma continental adjacente e encosta.

Figura 7.31 Perfis verticais de Temperatura e Salinidade Medidos na Baía de Palma na Estação Seca (Esquerda) e Estação Chuvosa (Direita)



Fonte: Lwandle 2012.

Oxigénio Dissolvido

A coluna de água na Baía de Palma está bem oxigenada tanto na estação seca como na chuvosa (*Figura 7.32*). Um mínimo de oxigénio foi observado nas zonas de canal profundo, no centro da baía em ambas as estações. Tal não está apenas relacionado com a profundidade da água, uma vez que águas mais profundas no lado oriental da baía têm maior concentração de oxigénio dissolvido. Esta característica é interpretada como sendo devida à procura de oxigénio local pela, por exemplo, remineralização da matéria orgânica de origem provável nas ervas marinhas existentes nesta área. As menores concentrações de oxigénio observadas são consistentes com longos tempos de residência da água do mar nessa porção da baía, indicados pelas distribuições de temperatura e salinidade (acima).

Turvação

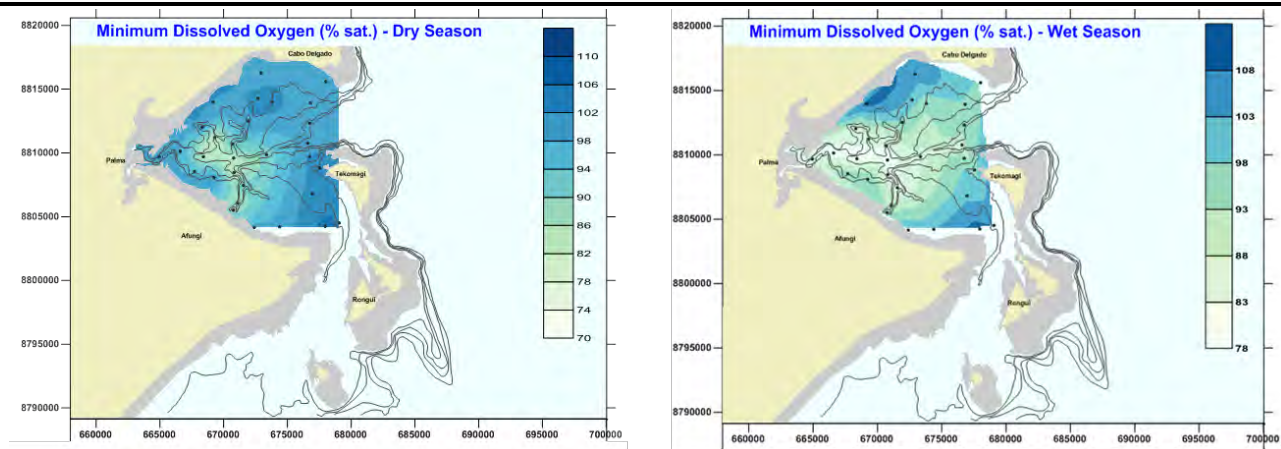
Como é de esperar para uma área que suporta corais duros e ervas marinhas, a Baía de Palma é, de forma geral, um ambiente de água transparente, com níveis de turvação baixos na coluna de água (*Figura 7.33*). A turvação é causada por suspensões coloidais (diâmetro de partícula entre $0,001\mu\text{m}$ e $0,1\mu\text{m}$), o que normalmente dá uma aparência de água "turva". Tanto a turvação como a cor ⁽¹⁾, em conjunto com os sólidos em suspensão, influenciam a claridade da água, ou seja, a profundidade de penetração da luz ou a visibilidade na água.

Os padrões de distribuição de turvação foram semelhantes em cada um dos levantamentos sazonais realizados, embora a turvação máxima na estação seca tenha sido mais alta do que na estação chuvosa. As localizações dos máximos de turvação correspondem aos mínimos de oxigénio dissolvido (*Figura 7.32*), o que indica que o material que gera a turvação elevada consiste sobretudo em detritos orgânicos.

As observações durante as actividades de mergulho adjacentes à Península de Afungi indicam que, nas marés altas durante os ventos do continente (norte-nordeste), os níveis de turvação podem ser elevados, com visibilidade de mergulho $<0,5$ m. A cor da água durante estes eventos é um verde-caqui claro, provavelmente relacionada com a suspensão partículas orgânicas.

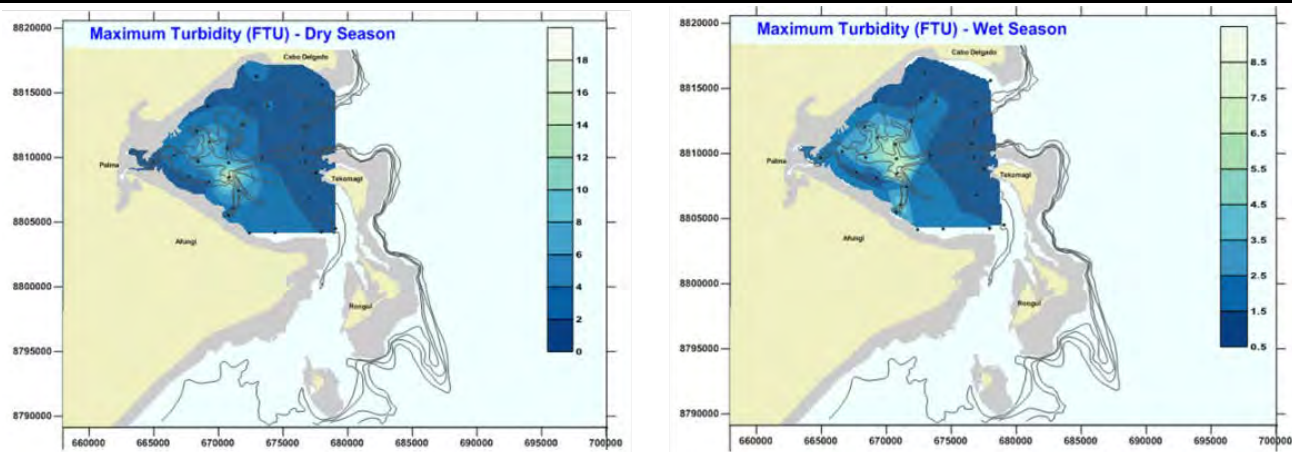
(1) A cor é causada por substâncias que se dissolvem em água, e, em resultado, a cor da água muda.

Figura 7.32 Distribuição das Concentrações de Oxigénio Dissolvido Mínimas da Coluna de Água na Baía de Palma nas Estações Seca e Chuvosa



Fonte: Lwandle 2012.

Figura 7.33 Distribuição dos Níveis de Turvação Máxima da Coluna de Água (FTU) na Baía de Palma nas Estações Seca e Chuvosa



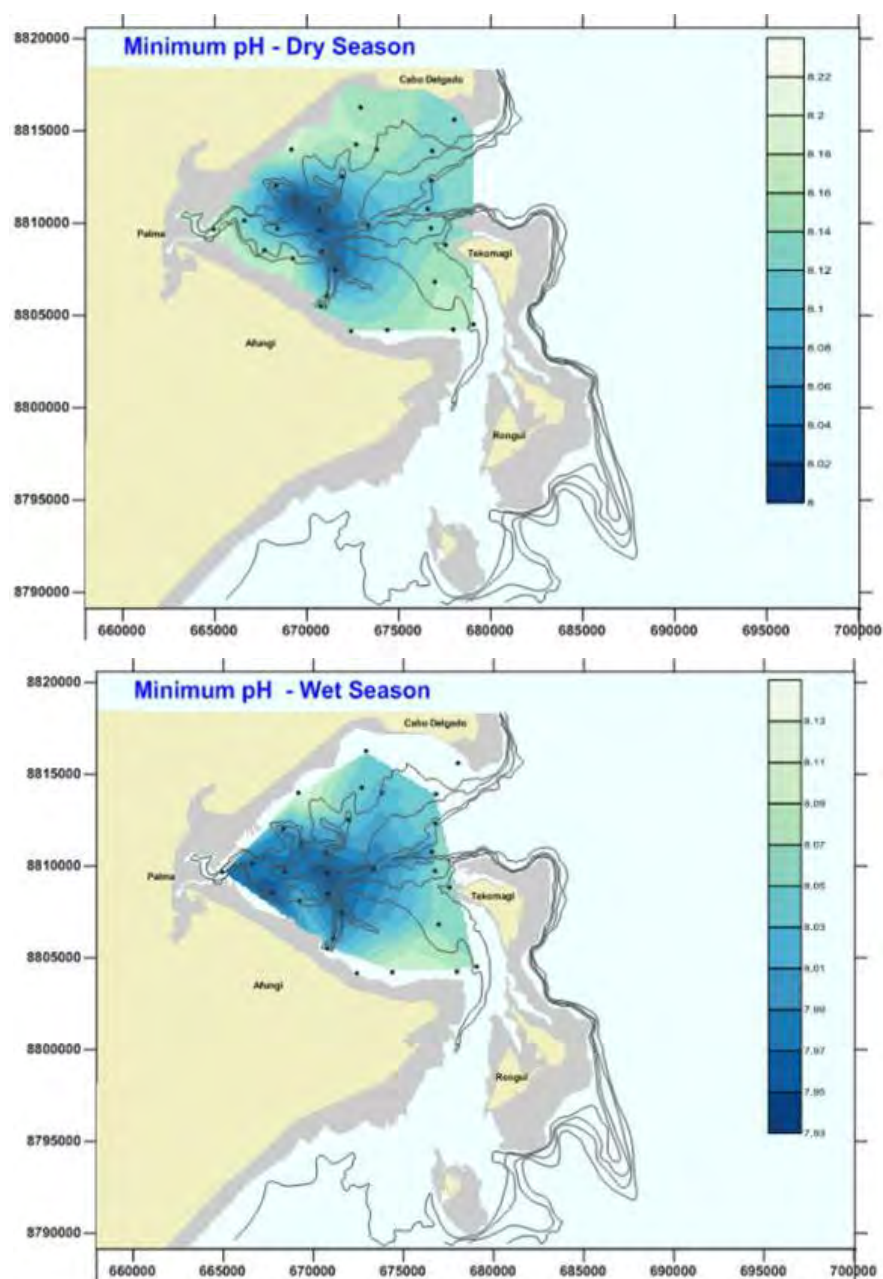
Fonte: Lwandle 2012.

Legenda: Unidades em Formazin Attenuation Unit (FPU)

pH

Os níveis médios de pH na época seca foram de 8,15 e inferiores a 8,03 na estação chuvosa. Em ambas as estações, o pH mínimo foi registado em águas mais profundas na parte interna da Baía de Palma (Figura 7.34). As distribuições na estação chuvosa, porém, mostraram que os mínimos se estendiam em direcção à linha de costa em Palma e imediatamente para norte desta. As possíveis fontes de acidez observadas neste local podem ser provenientes das águas pluviais drenadas através de solos sulfatados ácidos associadas aos mangais existentes neste local.

Figura 7.34 *Distribuições dos Níveis Mínimos de pH na Coluna de Água na Baía de Palma nos Levantamentos Efectuados nas Estações Seca e Chuvosa*



Fonte: Lwandle 2012.

Nutrientes

As concentrações de nutrientes inorgânicos medidas, tanto na Baía de Palma como em quatro estuários que drenam na Península de Afungi, eram baixas, como mostrado na 8 Isto é consistente com o carácter oligotrófico geral ⁽¹⁾ das águas tropicais costeiras. Os locais dentro da baía e os quatro estuários da Península Afungi amostrados encontram-se apresentados na *Figura 7.35*.

Tabela 7.8 *Concentrações de Nutrientes Inorgânicos Medidas (mg/l) na Baía de Palma e Estuários da Península de Afungi Medidos no Levantamento de Campo da Estação Chuvosa (Março de 2012)*

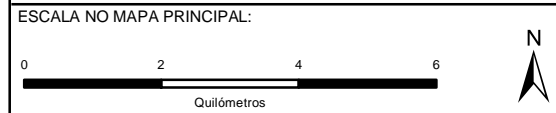
Amostra	Nitrogénio (NO ₃ +NO ₂)	Sílica	Fósforo PO ₄ -P
P-Bay001	0,018	4.17	<0,004
P-Bay002	0,012	0,18	<0,004
P-Bay003	0,037	0,26	<0,004
P-Bay004	0,009	0,21	<0,004
P-Bay005	0,02	0,24	<0,004
P-Bay006	0,027	0,18	<0,004
P-Bay007	0,032	0,2	<0,004
P-Bay008	0,03	0,13	<0,004
P-Bay009	0,037	0,1	<0,004
P-Bay010	0,037	0,21	<0,004
P-Bay011	0,041	0,26	<0,004
A-Est001	0,037	1,16	<0,004
A-Est002	0,039	0,79	<0,004
A-Est003	0,037	0,74	<0,004
A-Est004	0,037	0,49	<0,004
A-Est005	0,039	0,4	0,007
A-Est006	0,042	0,56	0,008
A-Est007	0,037	0,62	0,006
A-Est008	0,035	0,5	0,007
A-Est009	0,041	0,96	0,004
A-Est010	0,042	3.35	<0,004
A-Est011	0,03	3,4	0,006
A-Est012	0,033	5.86	0,005
A-Est013	0,03	6,13	0,004
A-Est014	0,034	6,7	<0,004
A-Est015	0,034	0,21	<0,004
A-Est016	0,034	0,26	<0,004
A-Est017	0,038	0,29	<0,004
A-Est018	0,016	0,24	<0,004

Fonte: Lwandle 2012.

(1) Um corpo de água pobre em nutrientes e rico em oxigénio.



- Legenda**
- ▲ Locais de Amostragem de Nutrientes Inorgânicos - Estuários
 - ▲ Locais de Amostragem de Nutrientes Inorgânicos
 - Estradas Regionais
 - Infra-Estrutura Proposta Próximo da Costa
 - Rota Proposta do Corredor do Gasoduto
 - Local do Projecto em Afungi



TÍTULO:
Figura 7.35:
 Locais de Amostragem de Nutrientes Inorgânicos, Levantamento Efectuado na Estação Chuvosa, Março de 2012

CLIENTE:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

DATA: Oct 2013	VERIFICADO: IE	PROJECTO: 0133576
DESENHADO: AB	APROVADO: KG	ESCALA: 1 : 110 000
DESENHO: Inorganic Nutrient Sampling Sites portuguese.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.
 Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

40°25'0"E 40°30'0"E 40°35'0"E 40°40'0"E

10°45'0"S

10°50'0"S

10°55'0"S

10°45'0"S

10°50'0"S

10°55'0"S



© Harris Corp, Earthstar Geographics LLC State of Michigan

As concentrações de nitrogénio inorgânico e as de sílica reactiva registadas nas quatro zonas de estuário onde se recolheram amostras (ver *Tabela 7.9*) foram estatística e significativamente mais altas do que aquelas medidas nas águas superficiais abertas da Baía de Palma (*Tabela 7.9*), no entanto, as diferenças brutas foram ligeiras. Apesar disso, é evidente que os estuários contribuem directamente para a produtividade na Baía de Palma através do aumento das concentrações de nutrientes.

Tabela 7.9 *Comparações entre as Concentrações de Nitrogénio Inorgânico e de Sílica em Águas Superficiais na Baía de Palma e Estuários da Península de Afungi*

Nutriente	Baía de Palma (n = 11)		Estuários da Península de Afungi (n = 18)		ANOVA	
	Média (mg/l)	Desvio Padrão	Média (mg/l)	Desvio Padrão	F	P
NO ₃ +NO ₂ -N	0,027	0,011	0,035	0,006	6,50	0,02
Si	0,176	0,044	1,814	2,241	5,79	0,02

Fonte: Lwandle 2012.

Clorofila

As distribuições de clorofila (medidas como fluorescência da clorofila) reflectem, de forma geral, níveis baixos por toda a Baía de Palma em ambas as estações: seca e chuvosa. Os níveis baixos de clorofila encontram-se em sintonia com o estado oligotrófico destas águas tropicais. As distribuições estão em paralelo com aquelas de turvação (*Figura 7.33*) com os valores máximos a ser localizados na parte interior da Baía na região do mínimo de oxigénio dissolvido. As diferenças entre as distribuições medidas nas duas estações são mínimas.

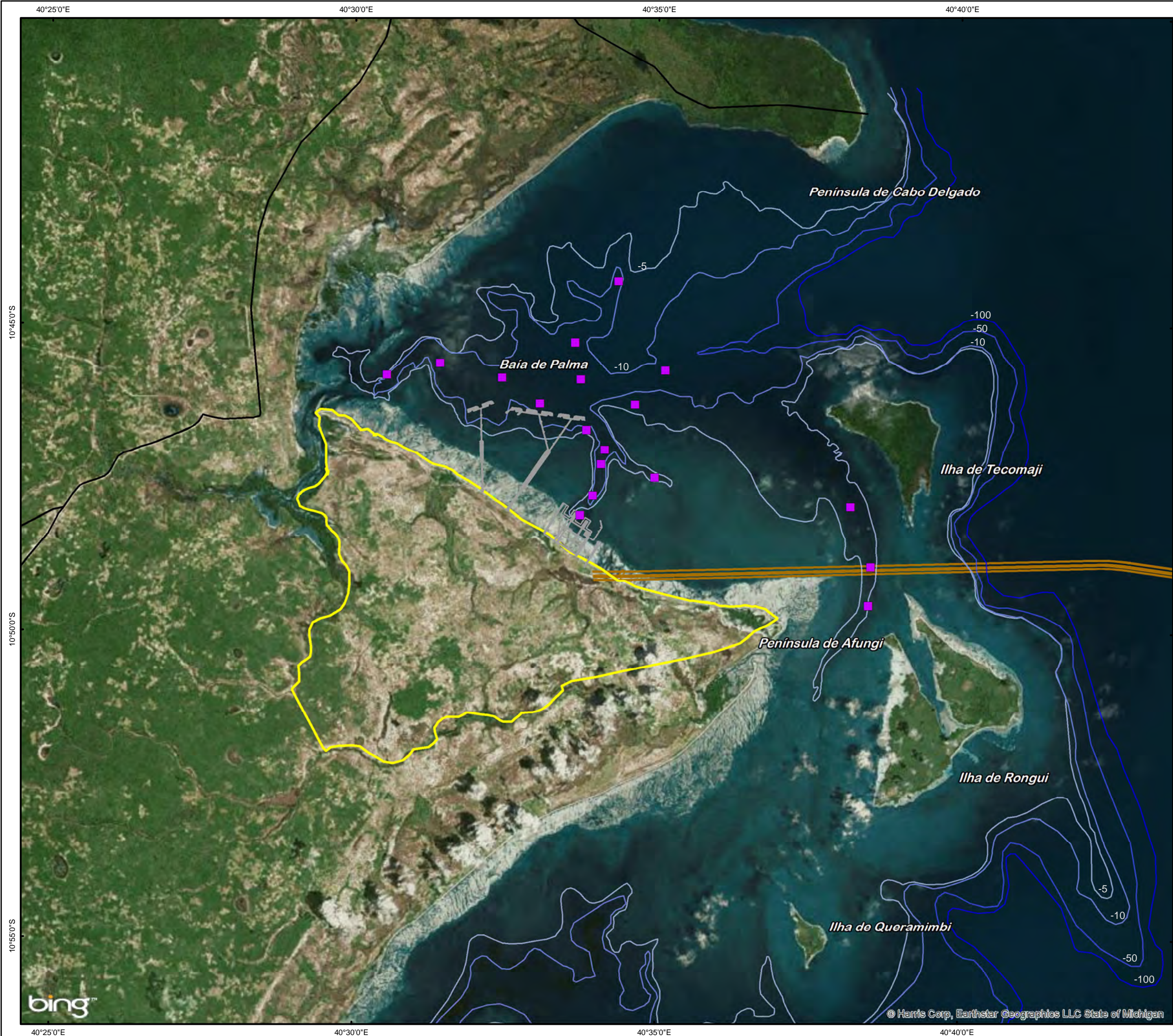
7.7.6 *Propriedades dos Sedimentos e Características do Leito do Mar*

Textura de Sedimentos

As amostras de sedimentos superficiais ⁽¹⁾ recolhidas no centro e sul da Baía de Palma (*Figura 7.36*) indicam que os sedimentos consistem sobretudo em areia ou areia lamacenta como ilustrado na *Figura 7.37*.

Foram encontrados sedimentos da dimensão de cascalho em algumas das amostras, mas uma inspecção visual indicou que a maioria destes constituíam fragmentos de conchas. Em geral, os sedimentos amostrados foram classificados como mal repartidos, saibrosos, areia lamacenta em termos de textura. Isto implica que a área está sujeita a eventos episódicos de distribuição de sedimentos, tais como os ciclones com ondas grandes e escorrência proveniente da terra, ao contrário de, por exemplo, uma acção consistente das ondas que classifique e distribua os sedimentos.

(1) A camada na parte superior do corpo de sedimentos, geralmente com uma espessura de milímetros a centímetros.

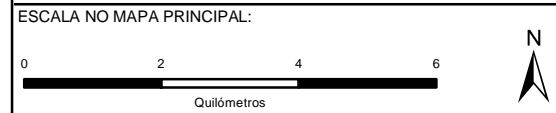


Legenda

- Locais de Amostragem de Sedimentos Superficiais
- Estradas Regionais
- Infra-Estrutura Proposta Próximo da Costa
- Rota Proposta do Corredor do Gasoduto
- Local do Projecto em Afungi

Batimetria (Metros Acima do Nível Médio do Mar)

- -5
- -10
- -50
- -100



TÍTULO:
Figura 7.36: Locais de Amostragem de Sedimentos Superficiais, Levantamento da Estação Chuvosa, Março de 2012

CLIENTE:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

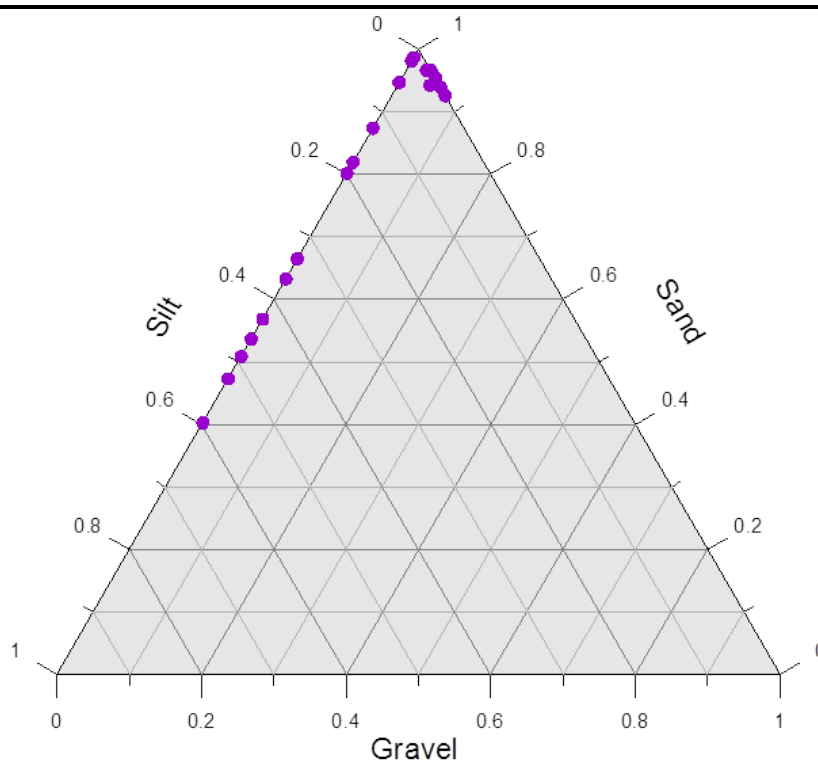
DATA: Oct 2013	VERIFICADO: IE	PROJECTO: 0133576
DESENHADO: AB	APROVADO: KG	ESCALA: 1 : 110 000
DESENHO: Surficial Sediment Sampling Locations portuguese.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.
 Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

T:\GIS\Projects\0133576_Anadarko_Moz_LNG\Mapping\MXD\IES\IA\Chapter7\Surficial Sediment Sampling Locations portuguese.mxd

Figura 7.37 Diagrama Ternário Mostrando a Textura de Sedimentos dentro da Baía de Palma a partir de Amostras recolhidas na estação chuvosa (Março de 2012)



Legenda:
Os pontos roxos indicam os vários tipos de sedimentos observados.

Fonte: Lwandle 2012.

Metais Pesados

As concentrações de metais pesados nos sedimentos amostrados foram baixas e bem dentro dos objectivos de qualidade ambiental identificados para a região WIOLAB (Tabela 7.10). Isto é de se esperar para uma área não industrializada com sedimentos principalmente arenosos.

Tabela 7.10 Concentrações Médias de Metais Pesados nos Sedimentos (mg/kg) em Comparação com as Metas de Qualidade Ambiental (EQT) para Concentração de Sedimentos na Região WIOLAB

Metal Pesado	Média	90º Percentil	WIOLAB EQT
Alumínio (Al)	1.535,69	4.913,34	-
Arsénico (As)	1,86	3,53	7,24
Bário (Ba)	nd	nd	-
Berílio (Be)	nd	nd	-
Cádmio (Cd)	nd	nd	0,68
Cobalto (Co)	0,86	1,20	-
Crómio (Cr)	6,37	23,33	52,30
Cobre (Cu)	nd	nd	18,70
Ferro (Fe)	1.732,95	5.320,12	-
Mercúrio (Hg)	nd	nd	0,13
Lítio (Li)	12,60	25,33	-
Manganês (Mn)	16,29	27,52	-

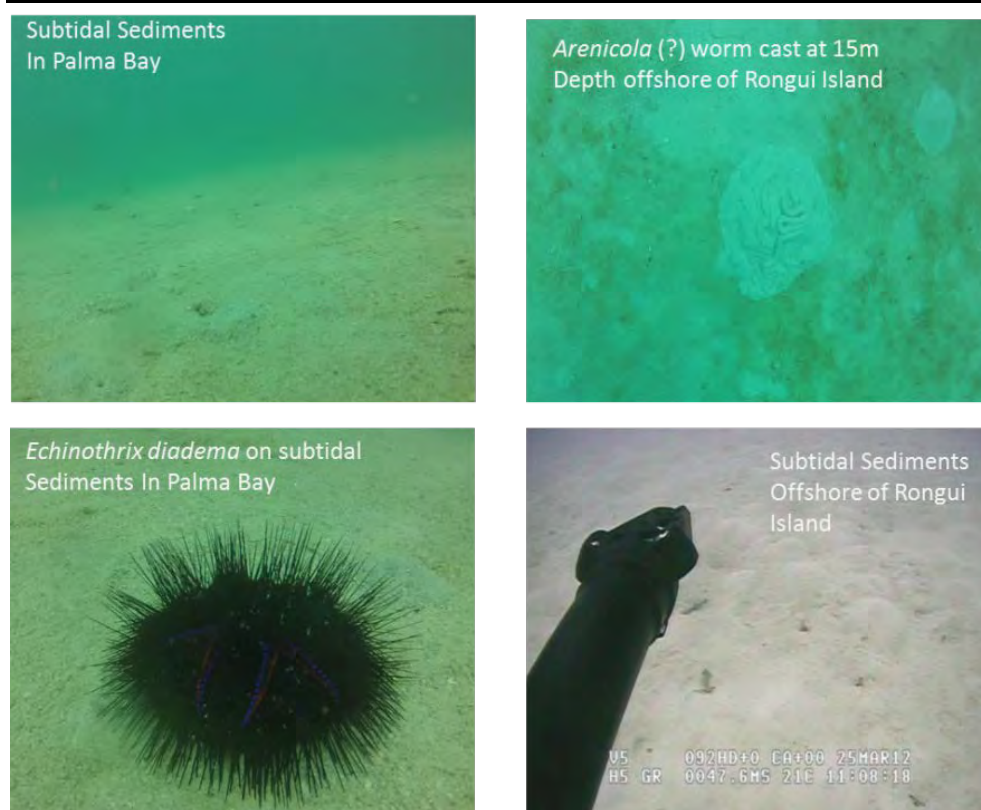
Metal Pesado	Média	90°Percentil	WIOLAB EQT
Molibdénio (Mo)	1,97	11,2	-
Níquel (Ni)	3,29	5,68	15,90
Chumbo (Pb)	nd	nd	30,10
Antimónio (Sb)	nd	nd	-
Estanho (Sn)	6,09	6,09	-
Urânio (U)	5,97	10,65	-
Vanádio (V)	4,83	12,31	-
Zinco (Zn)	4,70	8,38	124,00

Fonte: CSIR, 2006.

Características do Leito do Mar

Os sedimentos sub-marés tanto dentro Baía de Palma como em alto mar, imediatamente depois dos recifes entre as Ilhas Tecomaji e Rongui são fortemente bioturvados (Figura 7.38). Os "buracos de vermes" são frequentes e, a partir do tamanho dos moldes observados na área em alto mar, os sedimentos são ocupados pelo menos por fauna macrozoobêntica. Em sedimento macio, o tamanho dos bentos pode ser equiparado à longevidade e a presença de fauna de grandes dimensões indica que o ambiente de acolhimento é física e biologicamente estável.

Figura 7.38 Sedimentos Arenosos Sub-marés na Baía de Palma (Esquerda) e no mar da Ilha de Rongui (Direita)



Fonte: Lwandle 2012.

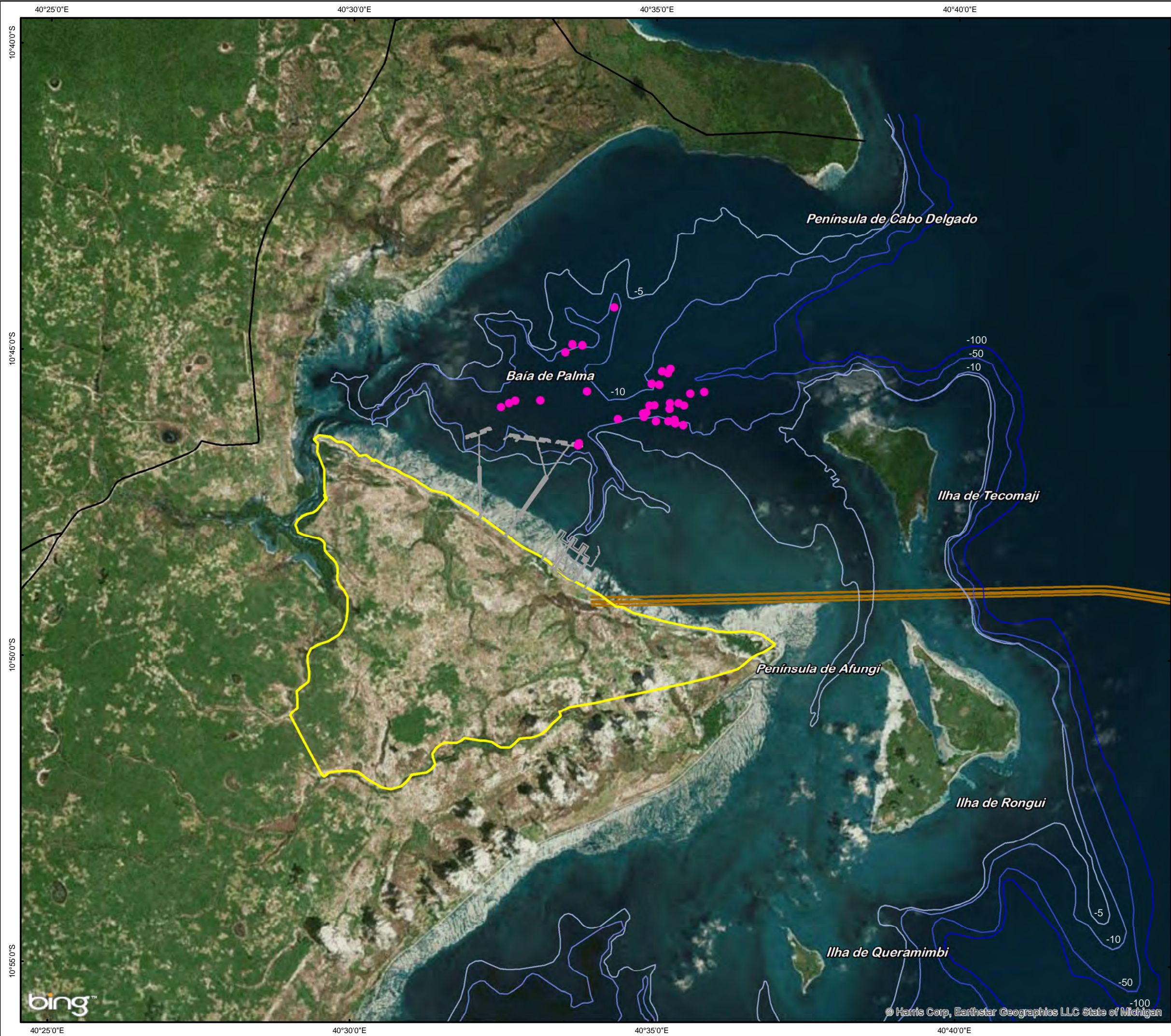
As pequenas formações em cratera no centro aproximado da Baía de Palma são características notáveis que foram revelados pelo levantamento

batimétrico multi-feixe (UWS, 2011). Trinta e três destas formações foram registadas e as suas distribuições são mostradas na *Figura 7.39*.

As inspecções de mergulho em 14 delas mostraram uma estrutura mais ou menos uniforme de uma cratera de areia de até 10 m de diâmetro e 1 a 3 m de profundidade com fundo de rocha ou rocha com corais no centro (inserida na *Figura 7.39*). Estas últimas características acomodam inúmeros peixes que vão desde o peixe-limpador (*Labroides dimidiatus*) ao muito maior peixe-pedra (*Pomadasys kaakan*).

As crateras parecem ser mantidas pela turbulência como a limpeza associada aos fluxos de maré ou podem ser locais de saídas de água doce a partir de aquíferos (Neil Summers, AMA1 *pers. Comm.* 2012). Se este último se aplicar, então as saídas podem ser estimuladas pelas marés uma vez que não foi detectada pelos registos de profundidade de temperatura de condutividade (CTD) qualquer água com baixa salinidade a curto prazo (10 a 15 minutos) nos centros de sete das crateras inspeccionadas.

Estas características são enigmáticas e merecem uma inspecção mais aprofundada, especialmente se se tratar de uma fonte de água doce para a baía pois, nesse caso, podem transferir contaminantes e poluentes derivados de terras para o sistema. Não existem dados que comprovem se tais características ocorrem em outras áreas da zona litoral rasa de Moçambique, ou do Leste Africano.

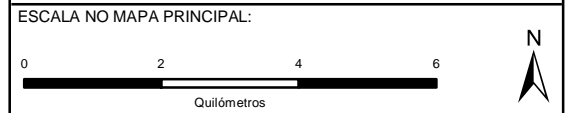


Legenda

- Crateras de Areia
- Estradas Regionais
- Rota Proposta do Corredor do Gasoduto
- ▭ Local do Projecto em Afungi

Batimetria (Metros Acima do Nível Médio do Mar)

- -5
- -10
- -50
- -100



TÍTULO:
Figura 7.39:
Distribuição das 'Crateras de Areia'
no Centro da Baía de Palma

CLIENTE:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

DATA: Oct 2013	VERIFICADO: IE	PROJECTO: 0133576
DESENHADO: AB	APROVADO: KG	ESCALA: 1 : 110 000
DESENHO: Distribution of Sand Craters portuguese.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.
 Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

DIMENSÃO:
A3

7.7.7

Transporte de Sedimentos

Moffat & Nichol (AMA1, 2012) avaliaram o regime de transporte de sedimentos da Baía de Palma usando uma combinação de avaliação em ambiente remoto através de fotografias aéreas e um modelo numérico de transporte de sedimentos bidimensional a partir dos dados disponíveis sobre os ventos e as ondas. Os resultados deste estudo indicam que as taxas de transporte de sedimentos são pequenas em torno do local do Projecto, devido ao clima de ondas benigno (AMA1, 2012). O transporte de sedimentos ao longo da costa dá-se de este para oeste.

7.7.8

Principais Tipos de Linha Costeira

Os principais tipos de linha costeira na Baía de Palma, como mostrado na *Figura 7.40*, são os seguintes:

- plataforma de rocha entre-marés (no lado sul da Península de Cabo Delgado);
- praia de areia supra-marés ⁽¹⁾ (estendendo-se para sul em direcção à vila de Palma);
- mangal (no estuário de Palma); e
- banco de areia/plataforma lodosa (no lado norte da Península de Afungi).

A Baía de Palma é delimitada a norte pela Península de Cabo Delgado, cuja base é calcária derivada de coral (remanescente de coral). A linha litoral é composta por rocha altamente erodida (*Figura 7.40a*). Este tipo de linha costeira estende-se até ao extremo ocidental da península. A partir daqui até imediatamente a norte da vila de Palma, a linha costeira é arenosa com uma duna primária íngreme (*Figura 7.40b*). É evidente a partir das linhas de filamentos de ervas marinhas que os níveis de maré alta se estendem até ao topo destas praias. Este tipo de linha de costa também ocorre na parte superior da zona entre-marés da Península de Afungi.

Encontra-se um estuário na zona adjacente à vila de Palma e vários outros podem ser observados ao longo das costas norte e este da Península de Afungi. Estas suportam os mangais e as plataformas entre-marés e lodosas biologicamente produtivas associadas (*Figura 7.40c*), as mais extensas das quais situadas em Palma e na extremidade oriental de Afungi. Ambos os lados norte e sudeste da Península Afungi são caracterizados por extensos bancos de areia/plataformas lodosas (*Figura 7.40d*) que acomodam uma grande variedade de fauna e, nas suas extremidades inferiores, ervas marinhas.

(1) A zona supra-marés é a área acima da linha de água da maré alta, que se estende em direcção a terra. A área raramente é coberta por água excepto durante inundações ou tempestades, mas pode receber água proveniente dos borrifos das ondas.

Figura 7.40 Principais tipos de linha costeira na Baía de Palma



a = plataforma rochosa entre-marés no lado sul da Península de Cabo Delgado
b = praia de areia íngreme supra-marés, estendendo-se a sul em direcção à vila de Palma
c = mangais no estuário de Palma
d = banco de areia entre-marés/plataforma lodosa no lado norte da Península de Afungi
Fonte: Lwandle 2012.

7.8 AMBIENTE PRÓXIMO DA COSTA - HABITATS MARINHOS

7.8.1 Praias Arenosas e/Plataformas Arenosas/Lodosas das Zonas Supra-marés

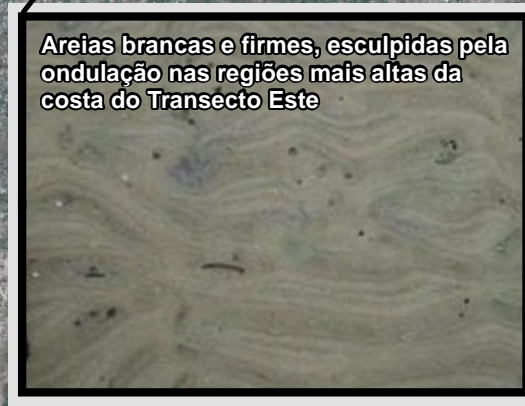
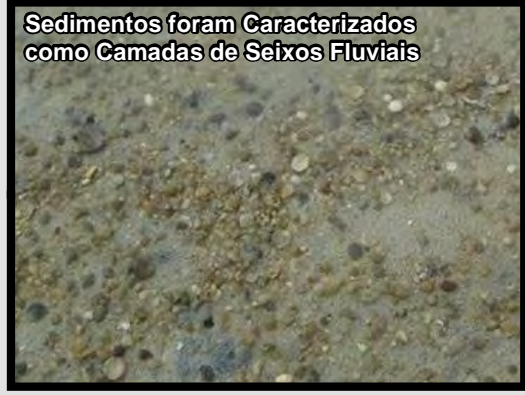
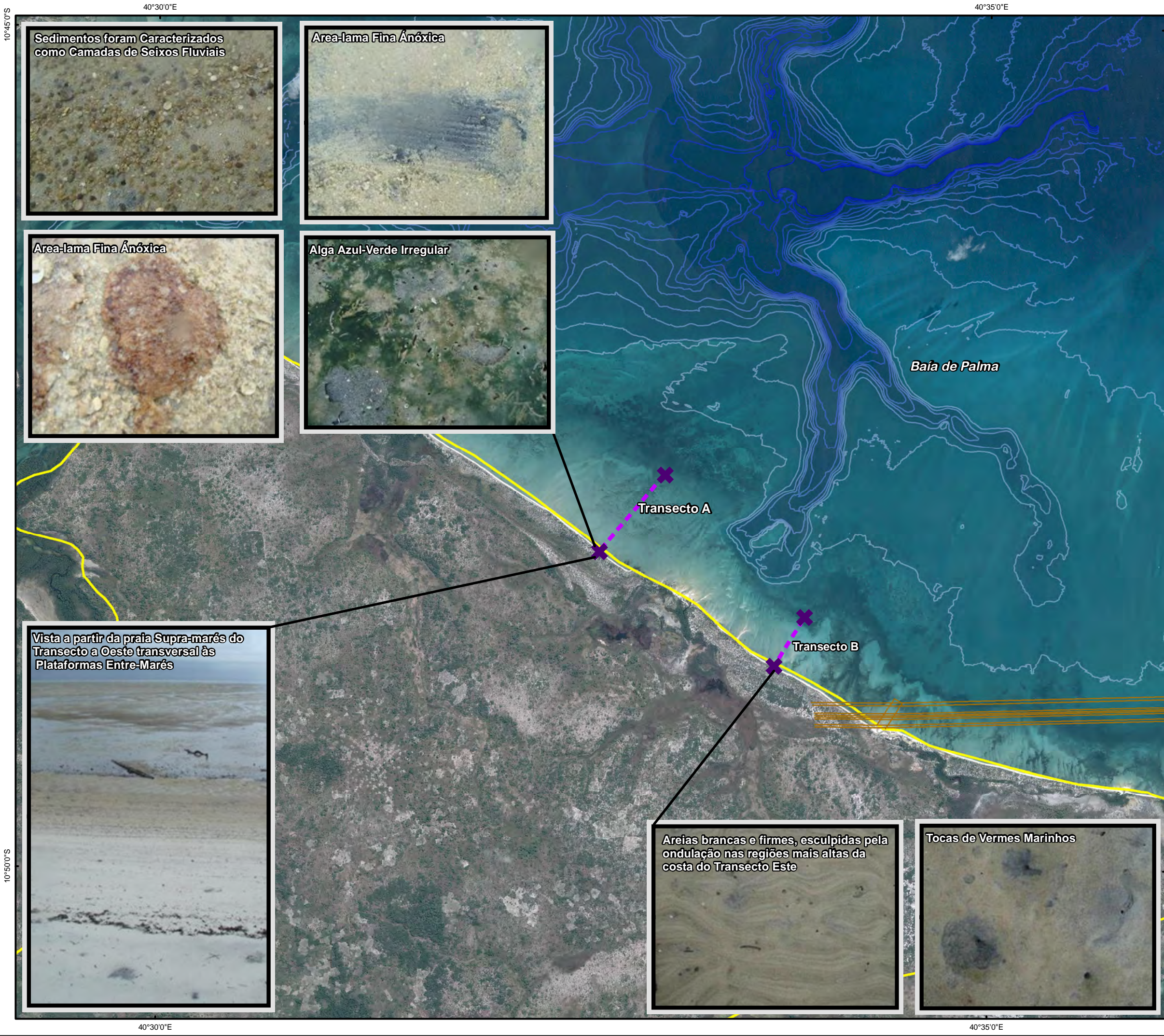
A extensa praia arenosa e plataforma arenosa/lodosa na costa norte da Península de Afungi é extensa, física e biologicamente diversificada e produtiva. Acomoda microalgas bênticas, tapetes de ervas marinhas e uma grande variedade de fauna entre-marés, incluindo a que é visada pela pesca artesanal. A fauna depende da produtividade primária local, complementada num grau maior ou menor pela matéria orgânica em partículas trazida para as praias pelas marés e correntes litorais.

As zonas supra-marés e entre-marés foram inspeccionadas durante o levantamento de campo da estação chuvosa em Março de 2012. A avaliação qualitativa das principais características biológicas foi efectuada em dois

transectos localizados nas margens adjacentes à Península de Afungi, estendendo-se desde a duna primária na zona supra-marés até à parte inferior da zona entre-marés (*Figura 7.41*).

No transecto a oeste (Transecto A), a zona estreita supra-marés foi descrita como contendo areia branca relativamente fina (0,1 a 0,2 mm), que, na zona superior entre-marés, deu lugar a camadas de seixos lisos fluviais (<20 mm) intercaladas com lama arenosa muito fina (*Figura 7.41*). A partir do meio da zona entre-marés em diante, os sedimentos foram dominados por lamas, mas tornaram-se mais arenosos em direcção à zona entre-marés mais baixa. Os sedimentos foram arejados até apenas um centímetro da superfície, sendo os sedimentos de subsuperfície anóxicos e contendo sulfureto de hidrogénio. Na maré baixa, toda a zona entre-marés média e baixa estava coberta por piscinas rasas de água estagnada.

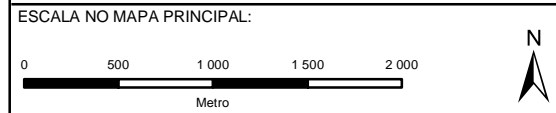
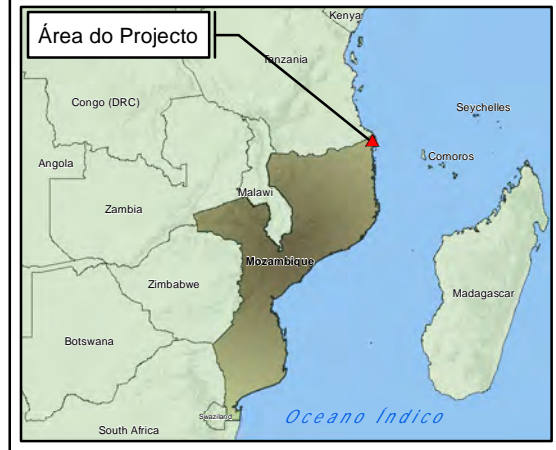
O tapete de ervas marinhas iniciava a aproximadamente 300m na direcção do mar a partir do marco da águas na maré alta, tendo como espécies dominantes a *Halophila ovalis* e a *Halodule uninervis*, ambos classificados como de Menor Preocupação (IUCN, 2012). Espalhadas entre os escassos os tapetes de ervas marinhas nas zonas entre-marés superiores e médias encontravam-se áreas de areia-lama fina cobertas por uma camada de algas azuis-verdes misturadas com bactérias para formar os núcleos de lodo (*Figura 7.41*). A *Thalassia hemprichii* (também classificada como sendo de Menor Preocupação (IUCN, 2012))só se tornou evidente a partir do nível médio da maré na direcção do mar (*Figura 7.42*), aumentando em densidade em direcção à zona entre-marés mais baixa à medida que os sedimentos se tornaram mais arenosos.



- Legenda**
- Transectos Entre-marés
 - Rota Proposta do Corredor do Gasoduto
 - Local do Projecto em Afungi

Batimetria (Metros Acima do Nível Médio do Mar)

-2	-16
-4	-18
-6	-20
-8	-24
-10	-26
-12	-28
-14	-30



TÍTULO:
**Figura 7.41:
 Localização dos Transectos
 Entre-marés na Península de Afungi**

CLIENTE:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

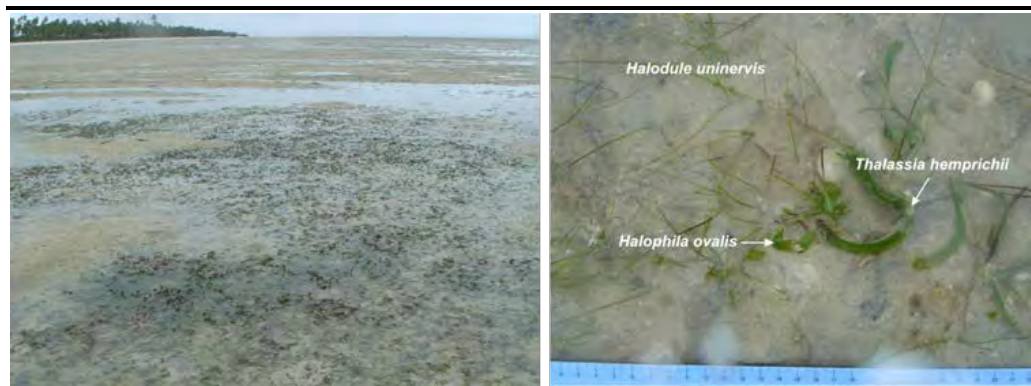
DATA: Oct 2013	VERIFICADO: IE	PROJECTO: 0133576
DESENHADO: AB	APROVADO: KG	ESCALA: 1 : 40 000
DESENHO: Location of Intertidal Transects portuguese.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.
 Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

T:\GIS\Projects\0133576_Anadarko_Mozambique_LNG\Mapping\MXD\Baseline\Chapter7\Location of Intertidal Transects portuguese.mxd

Figura 7.42 Vista Transversal do Tapete de Ervas Marinhas na Zona Entre-Marés no Transecto Ocidental (Esquerda), que acomoda três espécies vegetais marinhas co-existent (Direita)



Fonte: Lwandle 2012.

Associada ao tapete de ervas marinhas encontra-se uma diversidade de moluscos gastrópodes (concha branca *Polinices mammilla*, conchas-colar *Natica* spp, búzios anel de ouro *Cypraea annulus*, *Nassarius coronatus* e *Terebralia palustris*), holotúrias (*Synapta maculata* e *Stichopus hermanni*), grupos de anêmonas de areia *Cerianthus maua*, e espécimes isolados da anêmona única e grande *Stichodactyla* sp., geralmente acompanhada de castanhetas (pretas e brancas). O caranguejo escavador *Matuta lunaris* e o caranguejo eremita *Calappa hepatica* estavam presentes em número reduzido. Algumas das espécies registadas encontram-se ilustradas na Figura 7.43.

Dos moluscos bivalves observados, apenas a Pinnidae, *Pinna muricata* foi representada por espécimes vivos, enterrados na areia entre as ervas marinhas. Outros bivalves recolhidos estavam mortos, mas em bom estado (o que indica que eles provavelmente ocorrem como infauna tanto na zona entre-marés como nas superficiais sub-marés), incluindo o *Modiolus philippinarum*, a navalheira, *Solen cylindraceus*, o caracol, *Bulla ampola*, *Anadara antiquata*, *Tellina virgata* e *Loripes clausus*. Várias esponjas vermelhas, laranja e pretas rastejantes e incrustantes, associadas a ervas marinhas e substratos duros foram também observados, tendo uma ascídia verde incrustante sido igualmente reportada. As macroalgas na zona entre-marés baixa foram representadas por núcleos isolados de *Acanthophora spicifera* e o *Codium prostratum* rastejante. As depressões em forma de funil e moldes em espiral de vermes marinhos (*Arenicola* sp.) eram abundantes nos bancos de areia na zona entre-marés média e baixa.

Figura 7.43 *Espécies de Invertebrados que Ocorrem nos Tapetes de Ervas Marinhas*



Canto Superior Esquerdo: búzios *Nucella lapillus*, Canto Superior Direito: búzios de mangal, Canto Inferior Esquerdo: anêmonas de grandes dimensões e Canto Inferior Direito: caranguejos da areia.

Fonte: Lwandle 2012.

Apesar de se encontrar a apenas 2,2 km a este (ver Figura 7.41), o transecto este (Transecto B) era biofísica e substancialmente diferente do transecto ocidental. As zonas entre-marés alta e média do transecto este foram dominadas por areias brancas e firmes, esculpidas pela ondulação (Figura 7.41), com a ausência total de areia lamacenta. A bioturbação era limitada, e os sedimentos anóxicos encontravam-se a alguns milímetros da superfície. As bordas dos canais de drenagem, no entanto, revelaram uma densa rede de finos tubos de uma espécie de poliquetas, a uma profundidade de 10 a 15cm abaixo dos sedimentos.

À zona entre-marés média no transecto este faltaram as extensas piscinas de água rasa e as esteiras de algas azuis-verdes que caracterizaram o transecto ocidental. A borda do tapete de ervas marinhas em direcção a terra foi localizada a cerca de 500m do marco das águas na maré alta e o tapete em si não se registou tão extenso. *Halophila ovalis* e *Halodule uninervis* dominavam os tapetes esparsos na areia firme e plana da zona entre-marés média, sendo a *Thalassia hemprichii* novamente prevalente na zona entre-marés baixa. A diversidade de invertebrados associada ao tapete de ervas marinhas foi semelhante àquela observada no transecto ocidental. O ouriço *Diadema* sp. estava presente em núcleos na zona entre-marés baixa. As tocas e moldes em espiral de vermes marinhos encontravam-se restritos a esta área e foram

principalmente associados com os mantos de *Thalassia*. Aqui parecia haver uma maior abundância de *Pinna muricata* nas zonas entre-marés a este do canal, uma vez que estas estavam a ser pescadas por pescadores artesanais, e as conchas retiradas e descartadas em "concheiros" (Figura 7.44). Evidências da colheita da ostra falsa *Hytissa hyotis* e do verme marinho foram igualmente observadas.

Figura 7.44 *Evidência de Colheita Artesanal de Pinna muricata (Esquerda) e Vermes Marinhos (Direita).*



Fonte: Lwandle 2012.

As espécies e géneros que têm sido observados nas zonas supra-marés e entre-marés da praia na costa norte da Península de Afungi e nos sedimentos têm amplas distribuições regionais.

7.8.2 *Mangais*

Extensos mangais e plataformas arenosas/lodosas na zona entre-marés, encontram-se localizados imediatamente a norte e a sul da vila de Palma e na extremidade oriental da Península de Afungi, com áreas menores associadas a pequenos estuários distribuídos em redor da Baía de Palma, como mostrado na Figura 7.45. O maior estuário dentro Baía de Palma encontra-se a sul da vila de Palma. Este apoia uma área relativamente extensa de mangais e apresenta, na zona frontal, plataformas arenosas e lodosas aparentemente altamente produtivas. Há uma zona igualmente extensa de mangais adjacente a este sistema para o norte, com base nos fluxos de água doce dos extensos pântanos por trás da costa ocidental da Baía de Palma. O estuário e os mangais associados na extremidade oriental da Península de Afungi são menos extensos do que aqueles na vila de Palma mas, de acordo com a fauna associada, são igualmente produtivos.

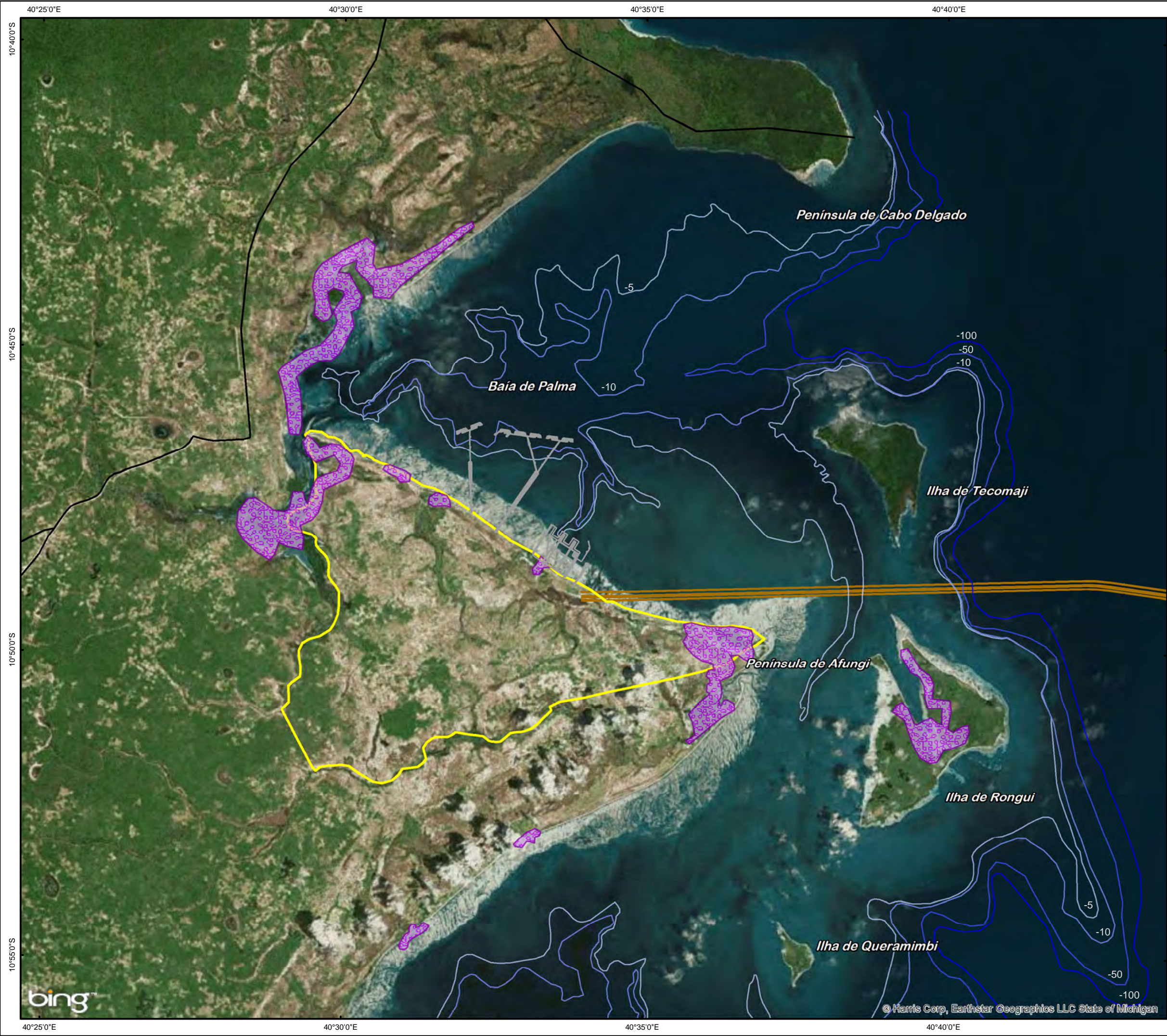
Foram identificadas oito espécies de árvores de mangal na Província de Cabo Delgado, incluindo a Baía de Palma, que incluem: *Rhizophora mucronata*, *Cerriops tagal*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Avicennia marina*, *Lumnitzera racemosa*, *Sonneratia alba*, *Xylocarpus granatum* e *Pemphis acidula* (CSA, 2007). Estas

espécies de mangal são classificadas como sendo de Menor Preocupação (IUCN, 2012).

Os mangais têm um padrão distinto de zonação onde, de forma geral, a *Sonneratia alba* é o pioneiro em direcção ao mar adaptado às plataformas costeiras abertas e de coral, ocupando locais inundados diariamente pelas marés. A *Rhizophora mucronata* e a *Xylocarpus granatum* estão geralmente localizadas nas margens de cursos de água, enquanto a *Bruguiera gymnorrhiza* e a *Ceriops tagal* ocorrem por trás destas, às vezes formando largas faixas. *Pemphis acidula* é um arbusto ou árvore de mangal de praia localizado em torno do marco das águas na maré alta ao longo da costa norte. A *Avicennia marina* localiza-se em direcção a terra a partir deste e delimita o marco das águas na maré alta na forma de árvores ou mangais anões. Estes podem dar lugar a uma zona de *Avicennia marina* anã. Acima da linha dos mangais encontram-se plataformas salinas banhadas pelas marés cercadas por espécies herbáceas suculentas, como a *Arthrocnemum australasicum*, *Arthrocnemum indicum*, *Arthrocnemum perenne*, *Salicornia perriere*, *Chenolea diffusae* Suaeda *monoica*, que ocorrem nestas áreas de salinas (CSA, 2007).

Os mangais normalmente acomodam uma ampla gama de meiofauna e macrofauna de invertebrados. Da macrofauna, os crustáceos e os moluscos são os grupos dominantes. Os crustáceos incluem as famílias Ocypodidae (caranguejos), Sesarminae (caranguejos do pântano), Portuninae (caranguejos de mangal/lama, *Scylla serrata*) e alguns camarões peneídeos (*Fenneropenaeus indicus*, *Metapenaeus monoceros* e *Penaeus monodon*). Os moluscos incluem os rastejadores na lama, *Terebralia palustris*; o isco, *Solen capensis* e os caracóis de lama, *Cerithidea decollata*. Os Littorinidae estão bem representados com *Littoraria scabra*, *L. pallescens*, *L. intermedia* e *L. subvittata* todos comuns e abundantes nas plataformas lodosas associadas a áreas de mangal.

Os bivalves grandes, como ostras (*Saccostrea forskali* e *S. cuculata*), bem como bolotas do mar (*Balanus amphitrite*) que normalmente se agarram a caules de mangal, ramos ou raízes e pedras.

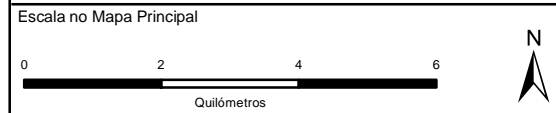


Legenda

- Estradas Regionais
- Infra-Estrutura Proposta Próximo da Costa
- Rota Proposta do Corredor do Gasoduto
- Local do Projecto em Afungi
- Áreas de Mangal

Batimetria (Metros Acima do Nível Médio do Mar)

- 5
- 10
- 50
- 100



Título:
**Figura 7.45:
 Distribuição das Áreas de Mangal na
 Baía de Palma**

Ciente:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

Data: Oct 2013	Verificado: IE	Projecto: 0133576
Desenhado: AB	Aprovado: KG	Escala: 1 : 110 000
Desenho: Distribution of Mangrove Stands portuguese.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.
 Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

Dimensão
A3

As espécies de ervas marinhas observadas na baía incluem *Enhalus acoroides*, *Halodule uninervis*, *Halophila ovalis*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalassia hemprichii* e *Thalassodendron ciliatum* ⁽¹⁾. *Thalassia* estava amplamente distribuída enquanto *Enhalus* e *Thalassodendron* mostraram uma distribuição agregada. As outras espécies observadas foram mais crípticas e relativamente raras. Os tapetes de ervas marinhas ocorrem em sedimentos arenosos que se estendem desde a zona entre-marés média das praias do lado norte da Península de Afungi, a uma profundidade de aproximadamente 8m no centro da Baía de Palma.

Foram seleccionados três locais de amostragem para o levantamento quantitativo dos tapetes de ervas marinhas, dois locais de "teste" ou "impacto" no extenso tapete de ervas marinhas em Afungi adjacente à área de desenvolvimento proposta e um local de "referência" na costa ocidental da Baía de Palma (Figura 7.46). Os locais Afungi Test Site West (AFT) (Local de Teste a Ocidente de Afungi) e Afungi Test Site East (AFE) (Local de Teste a Oriente de Afungi) encontram-se directamente a oeste e a este da área que será dragada para a construção do cais e para aprofundar o canal de entrada para as embarcações, e podem, portanto, ser potencialmente afectados pela actividade de dragagem. O local de referência Palma Oeste (PMW) situa-se no tapete de ervas marinhas na costa ocidental da Baía de Palma, a mais de 8 km do local dos desenvolvimentos propostos.

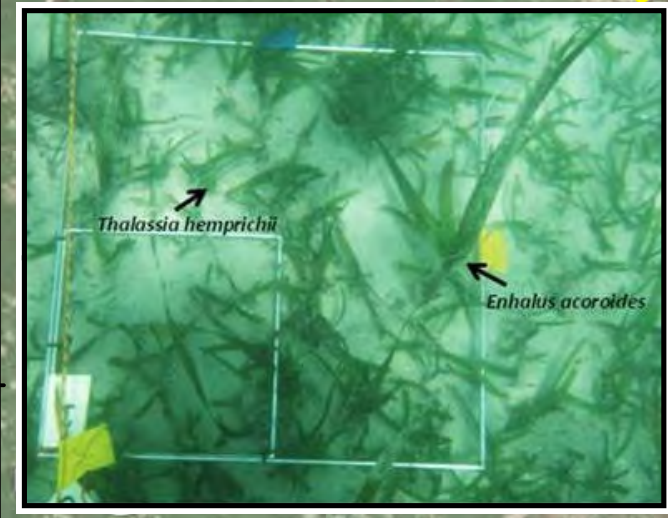
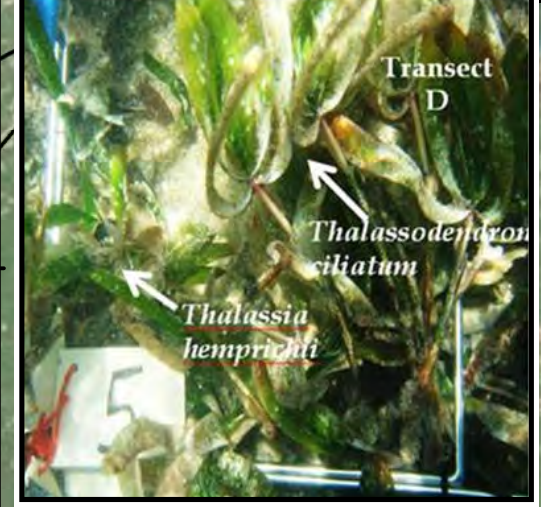
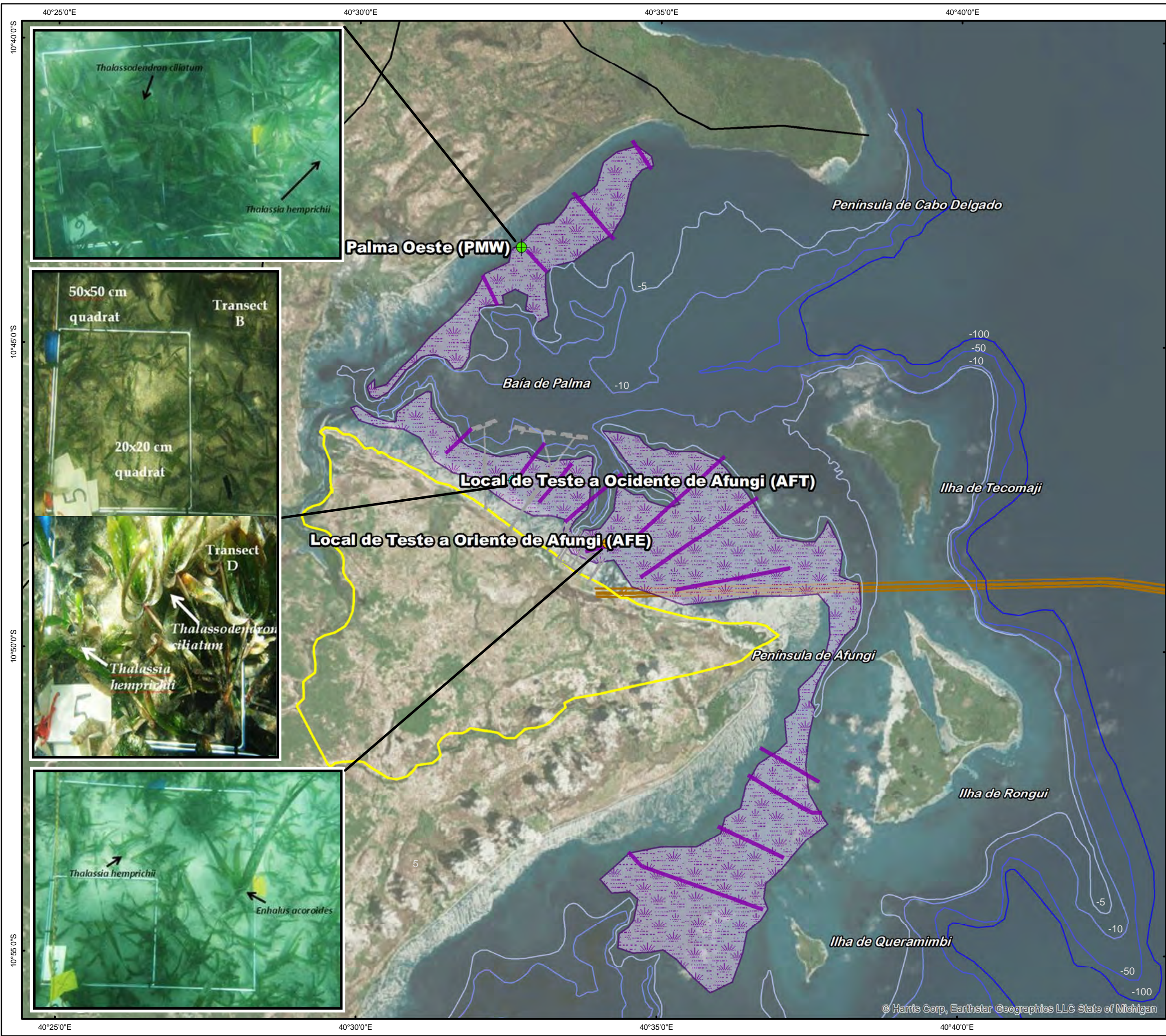
A cobertura de ervas marinhas no local de referência PMW, a norte de Palma registou-se mais densa, com uma média de 51 por cento de cobertura em comparação a 40 por cento de cobertura no AFT e apenas 28 por cento no AFE. A cobertura média foi relativamente semelhante no PMW e no AFT, mas registou-se mais irregular no AFE, variando de 27 a 56 por cento.

O local PMW foi dominado por *Thalassodendron ciliatum* com cobertura inferior em *Thalassia hemprichii* (ver Figura 7.46). Os outros dois locais continham tapetes densos e mistos de *Thalassia* e *Thalassodendron*. O AFE foi o único local onde todas as quatro espécies de ervas marinhas observadas foram encontradas, ou seja, *Thalassia*, *Thalassodendron*, *Enhalus* e *Halophila*, embora as três últimas espécies tenham registado uma cobertura percentual muito baixa. A Figura 7.46 mostra a cobertura de ervas marinhas nos diferentes locais.

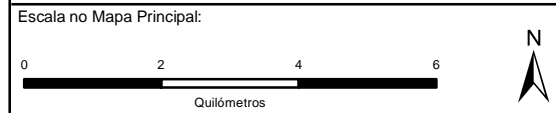
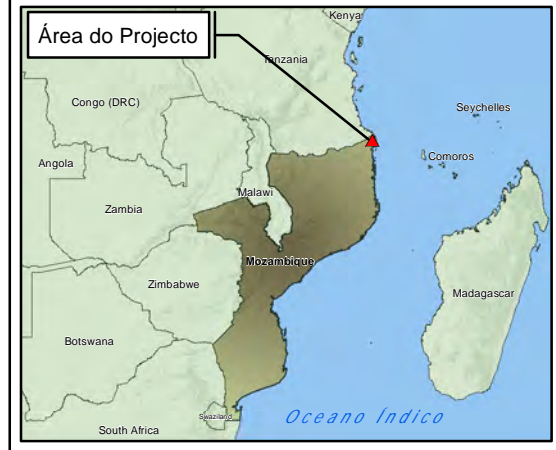
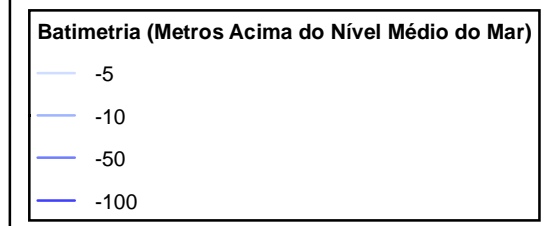
O tapete de ervas marinhas no AFE mostra 30 por cento de cobertura, na sua maior parte *Thalassia hemprichii* e escassa cobertura de *Enhalus acoroides*. Uma densa cobertura de *Thalassodendron ciliatum* com zonas inferiores de *T. hemprichii* estava evidente no PMW.

(1) Estas espécies estão classificadas como de "Menor Preocupação" de acordo com a Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas da IUCN (IUCN, 2012).

As diferentes morfologias das duas ervas marinhas dominantes são mostradas na *Figura 7.47*. Com base nisso, a altura da copa foi menor no AFT e AFE, onde o tapete de ervas marinhas era um manto de *Thalassia* quase em exclusivo. No PMW, o tapete de ervas marinhas era misto, mas dominado por *Thalassodendron* e, portanto, a altura da copa era maior, variando entre 24 e 28 centímetros.



- Legenda**
- Estações de Amostragem de Ervas Marinhas
 - Local de Teste a Oriente de Afungi (AFE)
 - Local de Teste a Ocidente de Afungi (AFT)
 - Palma Oeste (PMW)
 - Transectos de Ervas Marinhas
 - Habitat de Ervas Marinhas
 - Estradas Regionais
 - Infra-Estrutura Proposta Próximo da Costa
 - Rota Proposta do Corredor do Gasoduto
 - Local do Projecto em Afungi



Título:
 Figura 7.46: Distribuição de Habitats de Ervas Marinhas na Baía de Palma e Localização das Estações de Amostragem de Ervas Marinhas na Baía de Palma

Ciente:

Moçambique Área 1, Lda

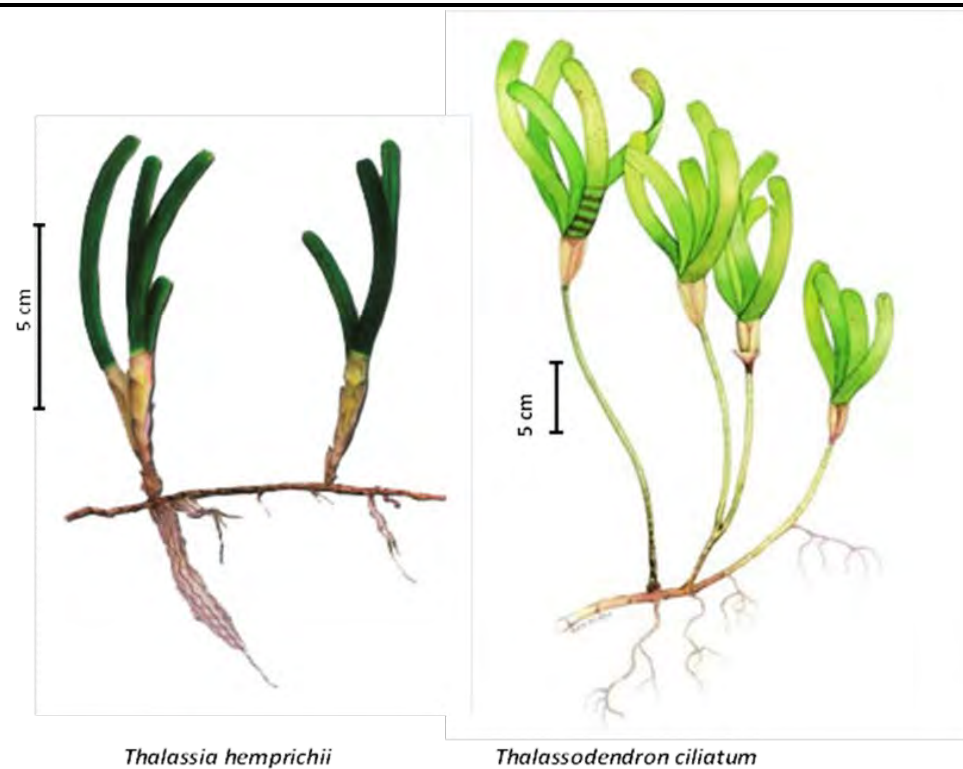
Data: Oct 2013	Verificado: IE	Projecto: 0133576
Desenhado: AB	Aprovado: KG	Escala: 1 : 110 000
Desenho: Sea grass Habitat and stations portuguese.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.
 Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

T:\GIS\Projects\0133576_Anadarko_Moz_LNG\Mapping\MXD\ES\A\Chapter7\Sea grass Habitat and stations portuguese.mxd

Figura 7.47 Morfologia das Ervas Marinhas *Thalassia hemprichii* e *Thalassodendron ciliatum*



Fonte: Lwandle 2012.

As densidades dos rebentos de *Thalassia* foram relativamente semelhantes para os dois locais de impacto AFT e AFE, variando entre 20 e 35 rebentos/ $0,0625\text{m}^2$ (área quadrática pequena) para o AFT e o AFE, respectivamente. As densidades de rebentos de outras espécies foram muito baixas (<10 rebentos/ $0,0625\text{m}^2$), refletindo sua baixa cobertura nesses locais. No PMW, a densidade de rebentos das duas espécies dominantes, *Thalassodendron*, e *Thalassia*, foi em média muito semelhante entre os transectos, com um valor médio de $12/0,0625\text{m}^2$ para ambas as espécies.

A biomassa do tapete de ervas marinhas encontra-se dividido em "biomassa acima do solo", ou seja, folhas, caules e vagens, e "biomassa abaixo do solo", ou seja, raízes e rizomas. Nos locais AFT e AFE em Afungi, a biomassa abaixo do solo era de forma geral maior do que a biomassa acima do solo. Em contraste, no PMW, a biomassa acima do solo foi maior do que a biomassa abaixo do solo. Estes resultados reflectem as diferenças morfológicas entre as espécies dominantes de ervas marinhas em cada local. A *Thalassia hemprichii* tem rebentos de 10 a 40 centímetros (neste estudo sempre <20 cm) com uma espessura de rizoma (3 a 5mm) e um sistema denso de raízes (Figura 7.47). Consequentemente, a biomassa abaixo do solo pode facilmente ser maior do que a biomassa acima do solo. A *Thalassodendron ciliatum*, em contrapartida, tem um caule longo e pode atingir até 75 cm (em conjunto com as folhas) (Figura 7.47). O seu sistema de raízes, no entanto, é menos denso e a massa

relativa das partes abaixo do solo é, portanto, menor do que a do caule e das folhas.

Muitos invertebrados de grandes dimensões eram comumente encontrados nos tapetes de ervas marinhas na Baía de Palma, incluindo várias espécies de ouriços-do-mar, estrelas do mar, ouriços e uma grande variedade de esponjas e ascídias coloniais, bem como o ocasional coral duro. Particularmente comum foi a *Pinna muricata*, vivendo semi-enterrada na areia com apenas o terço superior exposto, ocorrendo muitas vezes em núcleos relativamente densos.

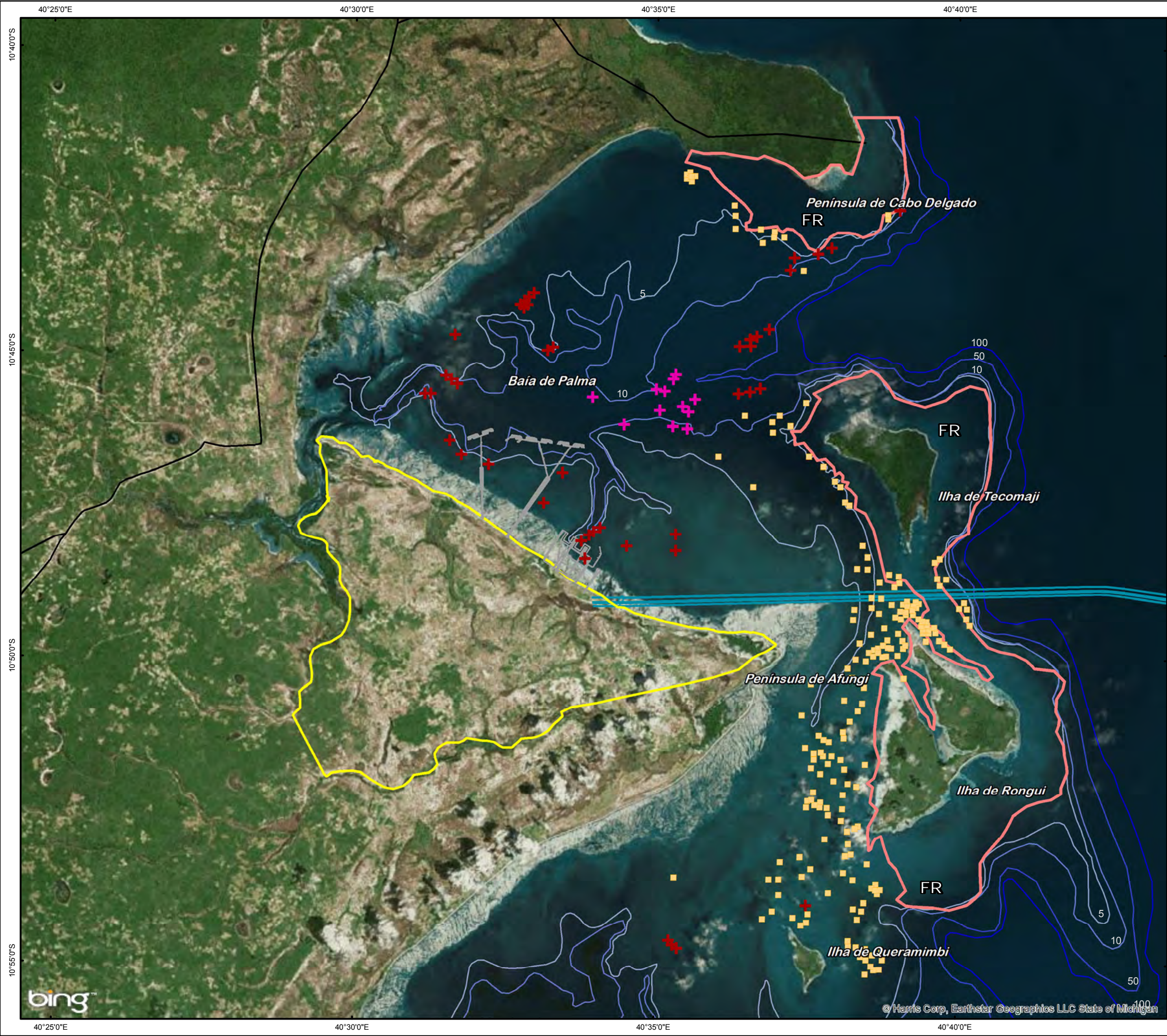
7.8.4

Coral

Os corais são invertebrados marinhos da classe dos Anthozoa do filo Cnidaria que normalmente vivem em colónias compactas de muitos pólipos individuais idênticos. O grupo inclui os importantes edificadores de recife que habitam os oceanos tropicais, os quais segregam carbonato de cálcio (CaCO_3), para formar um esqueleto rígido.

Grande parte do leito do mar na Baía de Palma é composto por sedimento macio, especificamente areia, com afloramentos de coral distribuídos ao redor da baía. Os mais bem-desenvolvidos destes estão localizados adjacentes à Península de Cabo Delgado e em redor das ilhas na foz da Baía de Palma (*Figura 7.48*). Estruturas de recifes de coral na Baía de Palma incluem recifes e "bommies". Um "bommie" ⁽¹⁾ de coral ou é um afloramento de recife de corais, muitas vezes assemelhando-se a uma coluna, que é maior do que a plataforma em torno do recife, ou um pedaço isolado de recife na areia. Os recifes em franja normalmente ocorrem em paralelo à linha costeira. Estes habitats de corais na Baía de Palma são discutidos nas *Secções 7.8.5 e 7.8.6*.

(1) Abreviação de 'Bombora' - uma palavra Aborígene que significa afloramento de recife.

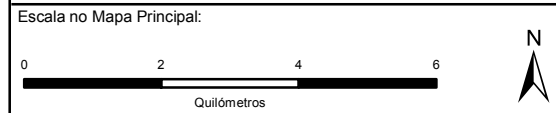


Legenda

- Pequeno "Bomme" de Coral
- + Maiores "Bomme" de Coral (Porites)
- + Cratera de Areia com Coral
- Recife (FR)
- Estradas Regionais
- Infra-Estrutura Proposta Próximo da Costa
- Rota Proposta do Corredor do Gasoduto
- Local do Projecto em Afungi

Batimetria (Metros Acima do Nível Médio do Mar)

- -5
- -10
- -50
- -100



Título:
Figura 7.48:
 Distribuição de Recife de Coral na Baía de Palma

Cliente:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

Data: Oct 2013	Verificado: IE	Projecto: 0133576
Desenhado: AB	Aprovado: KG	Escala: 1 : 110 000
Desenho: Distribution of Coral Reef portuguese.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.
 Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

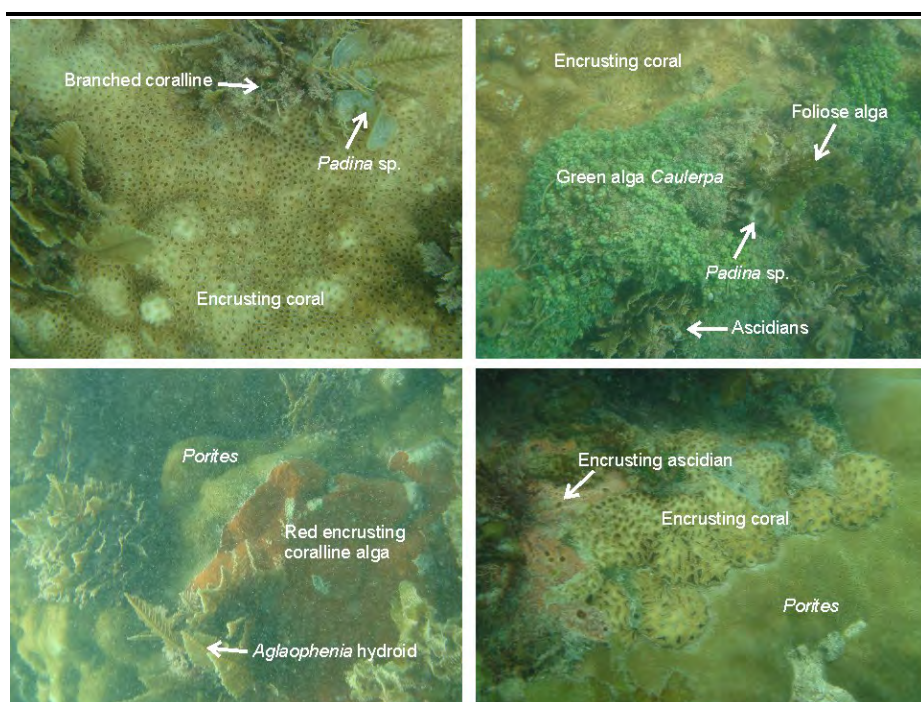
Dimensão:
A3

Os recifes de corais rasos e afloramentos estão espalhados por toda a Baía de Palma, como mostrado na Figura 7.48. Foram realizadas contagens, assim como observações visuais e fotográficas das características dos recifes de coral em dois locais dentro da Baía de Palma, um local próximo do campo (NFB), que está situado suficientemente perto da área proposta para as instalações marinhas a ser exposta a potenciais efeitos de dragagem, e um local afastado do campo (FFB) no mesmo intervalo de profundidade, mas a uma distância improvável de sofrer qualquer impacto da dragagem (Figura 7.50).

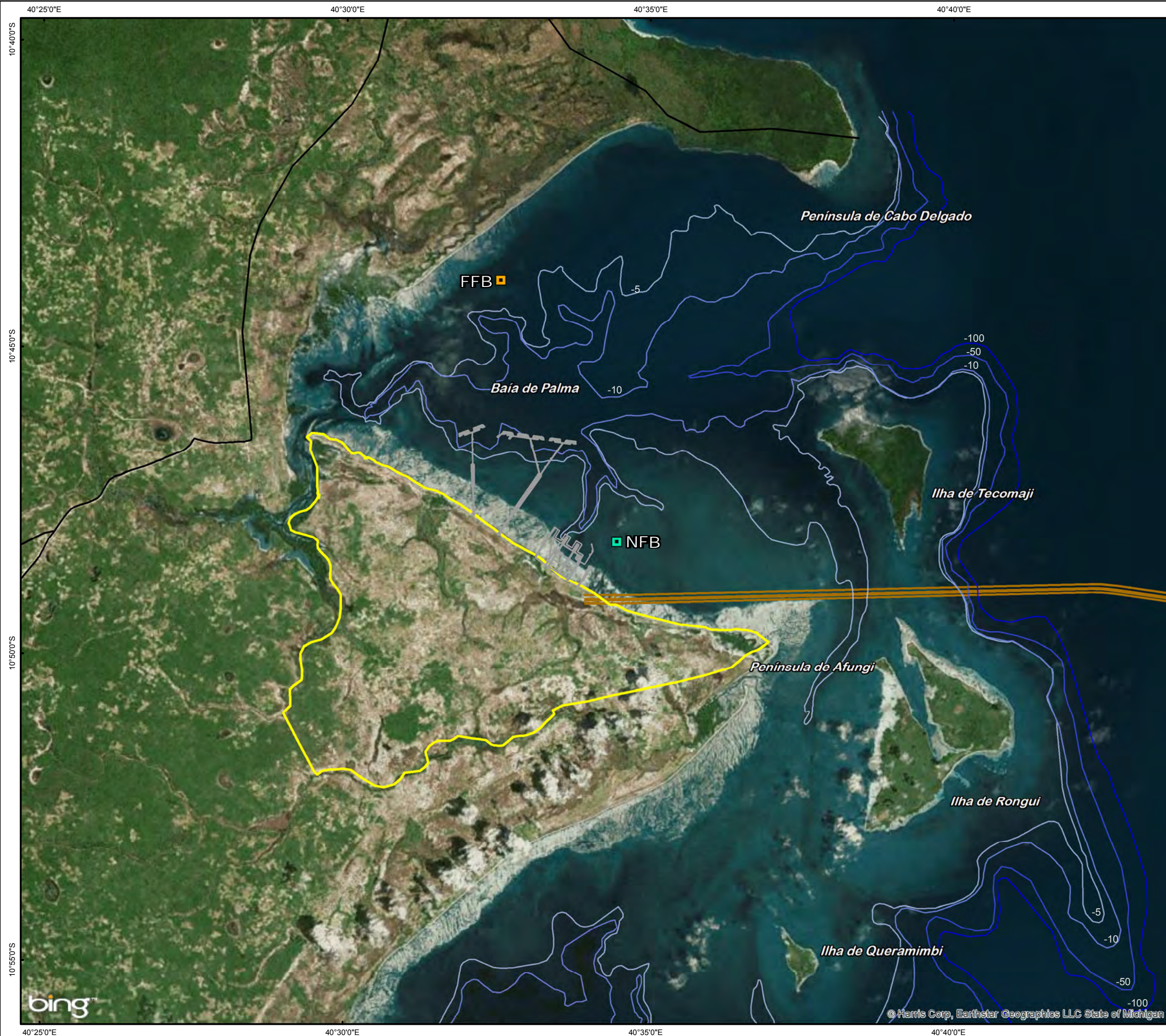
Em ambos os locais, as estruturas de recifes incluíam “bommies” individuais dominados por *Porites*, que subiram a uma altura de 2 a 3m acima do fundo arenoso circundante. As áreas de coral morto nesses afloramentos ou “bommies” eram dominadas por tricoma hidróide coberto de lodo e algas coralinas incrustantes vermelhas.

No local afastado do campo perto da Península de Cabo Delgado, as manchas de recife não formado por coral de *Porites* vivo eram caracterizadas por grandes colónias, incluindo *Platygyra* spp. e *Lobophyllia hemprichii*. As macroalgas incluindo *Sargassum* spp., *Padina* sp. e *Turbinaria* spp. foram o crescimento dominante sobre o coral morto. O hidróide *Aglaophenia cupressina* e algas calcárias incrustantes vermelhas, esponjas incrustantes, ascídias incrustantes (*Didemnum* sp.) e também foram registadas formas de corais maciços, incrustantes e ramificados (Figura 7.49). A densidade do “Bommie” foi de aproximadamente 3/1.000m².

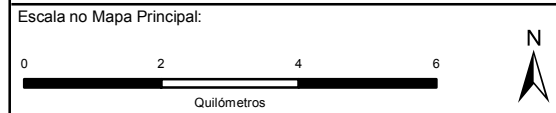
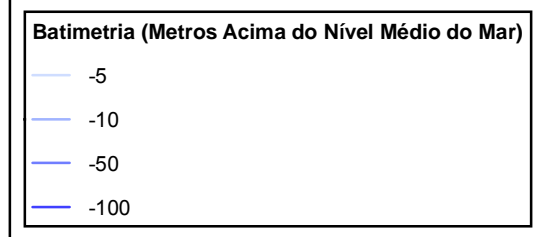
Figura 7.49 *Biota Incrustante ou Erecta Presente nos “Bommies” de Porites Afastados do Campo*



Fonte: Lwandle 2012.



- ### Legenda
- Locais de Amostragem de Recife de Coral**
- "Bommie" Afastado do Campo (FFB)
 - "Bommie" Próximo do Campo (NFB)
- Estradas Regionais
- Infra-Estrutura Proposta Próximo da Costa
- Rota Proposta do Corredor do Gasoduto
- Local do Projecto em Afungi



Título:
Figura 7.50: Localização dos Locais de Amostragem de Recife de Coral Próximos (NFB) e Afastados (FFB) do Campo

Ciente:

Anadarko
 Moçambique Área 1, Lda

Data: Oct 2013	Verificado: IE	Projecto : 0133576
Desenhado: AB	Aprovado: KG	Escala: 1 : 110 000
Desenho: Near and Far Field Coral Reef portuguese.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.
 Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI!

T:\GIS\Projects\0133576_Anadarko_Moz_LNG\Mapping\MXD\IES\IA\Chapter7\Near and Far Field Coral Reef portuguese.mxd

No local próximo do campo adjacente às linhas costeiras da Península de Afungi, os "bommies" de coral foram semelhantes aos do local afastado do campo na estrutura, embora a diversidade de formas epífitas de crescimento de coral fosse maior. Em particular, foram observadas uma grande variedade de formas maciças e sub-maciças, com algumas colónias maiores ramificadas nas bases dos "bommies" (Figura 7.51). Hidróides, algas filamentosas (*Halimeda* spp.), algas coralinas incrustantes e esponjas incrustantes constituíram a maior parte da cobertura em superfícies não-ocupadas por corais vivos (Figura 7.52). Foram também observadas algas coralinas ramificadas e zoantídeos. A densidade do "bommie" no local próximo do campo próximo foi de 42/1.000m² um factor de 10 vezes maior do que a densidade medida no local afastado do campo.

Bentos móveis observados no local próximo do campo incluíram ouriços (*Diadema setosum*) e estrelas do mar (*Culcita schmideliana*). A ictiofauna foi também mais diversa do que no local afastado do campo, com Peixe-leão e Peixe-lagarto a serem registados para além de diversas espécies de castanhetas, lebres, peixes-borboleta, e bodiões, algumas das quais são mostradas na Figura 7.52.

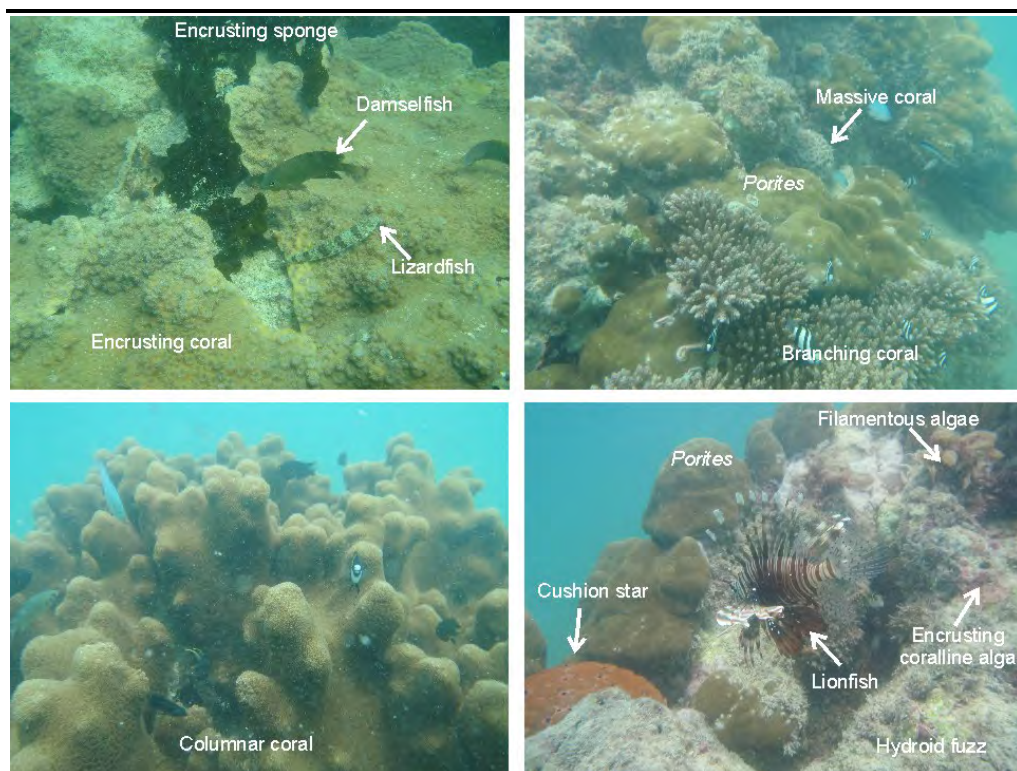
A maioria das formas maciças mostraram aparentemente poucos danos resultantes dos eventos de branqueamento de coral do El Niño de 1997 e 1998. Em geral, as formas maciças pareciam ser a forma dominante de crescimento de coral dentro da Baía de Palma.

Figura 7.51 *Diversidade de Formas Maciças de Coral Presentes nos "Bommies" de Porites Próximos do Campo*



Fonte: Lwandle 2012.

Figura 7.52 *Biota Presente nos "Bommies" de Porites Próximas do Campo*



Fonte: Lwandle 2012.

Todas as áreas de "bommie" são exploradas pela pesca de forma intensiva e há evidências de danos devido a ancoragem, linhas, redes, cestos e mesmo esmagamento. Os danos incluem a separação de grandes colônias de *Acropora* e o esmagamento de *Lobophyllia* (coral maciço). Em resultado destes eventos e, provavelmente, de outras causas, uma alta proporção da estrutura de recife de "bommie" de coral é de facto material morto compreendendo >60 por cento da cobertura de recife.

Colônias isoladas de *Acropora* estavam associadas aos "bommies". Numa pesquisa no ambiente marinho em três locais ao longo da costa de Cabo Delgado, desde o sul da Ilha Vamizi até a Ilha Medjumbe Island, a CSA (2007) identificou *Acropora aspera* entre os "bommies". Esta espécie está classificada como Vulnerável pela Lista Vermelha da IUCN (2011). Os dados da CSA (2007) indicam que *A. aspera* era uma das espécies dominantes em cada um dos três locais por eles amostrados e que embora não tenha sido especificamente registado na Baía de Palma, ela provavelmente ocorre lá.

7.8.6 *Recifes de Coral*

Como mostrado na Figura 7.48, as áreas de recifes de corais são encontradas em redor e entre as três ilhas e imediatamente a sul da Baía de Palma, Tecomaji, Rongui e Queramimbi. Os géneros, espécies e formas de crescimento de coral reconhecidos na Baía de Palma são semelhantes aos

registados em todo o Arquipélago das Quirimbas e na região do Indo-Pacífico. Estes representam, portanto, um recurso importante da biodiversidade local, para além de serem únicos a nível regional, nacional ou internacional. Os recifes em redor destas ilhas foram investigados com o intuito de fornecer informações comparativas a serem usadas na selecção de um gasoduto. Os sítios/transectos investigados são mostrados na *Figura 7.53* e listados em grupos de acordo com sua localização geográfica abaixo:

- Norte da Ilha Tecomaji:
 - Observações no Norte de Tecomaji

- Entre as Ilhas Tecomaji e Rongui:
 - Transectos Sul de Tecomaji;
 - Transecto de Tecomaji para Rongui; e
 - Águas Mais Profundas entre as Ilhas Tecomaji e Rongui

- Sul da Ilha Rongui:
 - Transectos Sul de Rongui;
 - Observações de Rongui Sul; e
 - Transecto de Rongui para Queramimbi

Os habitats dos recifes são descritos de acordo com estas áreas geográficas nas secções abaixo.

Norte da Ilha Tecomaji

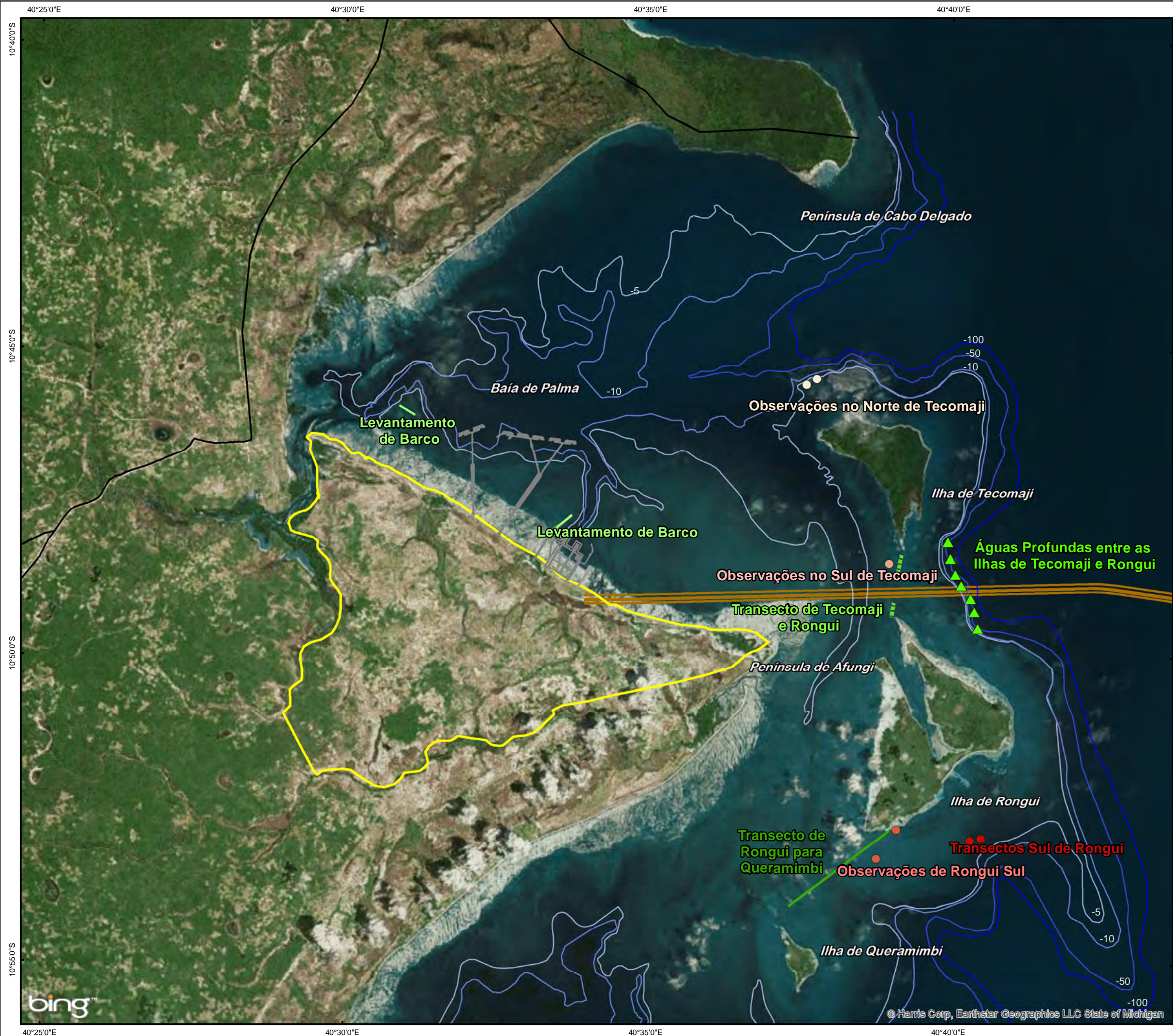
Observações no Norte de Tecomaji

As observações visuais e fotográficas das características dos recifes de corais foram realizadas no declive em direcção ao mar em dois locais a norte da Ilha Tecomaji (Águas Profundas do Norte de Tecomaji: aproximadamente 7m e em Águas Rasas do Norte de Tecomaji: aproximadamente 5m).

Figura 7.54 e a *Figura 7.55* ilustram exemplos da biodiversidade registada nas Áreas Rasas e Profundas no Norte de Tecomaji, respectivamente. O recife, em ambos os locais, foi consideravelmente mais extenso do que aquele observado nos dois locais costeiros entre as ilhas (discutido abaixo), com a cobertura de coral a aumentar com a profundidade. Embora ainda presentes em manchas no local mais raso, a areia era menos comum, sendo a base de recife composta por massas de cascalho de coral morto. Em certos locais, o cascalho de coral permaneceu estéril e desprovido de óbvia re-colonização por macrobentos, enquanto o crescimento excessivo de algas foliares e um saudável re-crescimento de ambas as formas de corais duros, maciços e ramificados, era também aparente em alguns locais.

Uma alta diversidade de formas corais foi observada a norte de Tecomaji. Estas incluíram espécies maciças, ramificadas, tabulares, em placa, solitárias e incrustantes (*Figura 7.54*). Outros Macrobentos incluíram as anémonas gigantes (*Heteractis magnifica* e *Sarcophyton* spp), moluscos gigantes (*Tridacna* sp), zoanthidea, ascídias (*Didemnum molle*) e uma estrela do mar coroa-de-

espinhos (*Acanthaster planci*). A presença da coroa-de-espinhos tem importância, pois é um coralívoro, ou seja, um carnívoro predador que se alimenta dos pólipos de coral de recife, e tem sido invocado como uma das causas da degradação dos recifes de coral. A ictiofauna registou-se também como diversificada, com uma variedade de maior de Chaetodontid (peixe-borboleta) e Pomacanthid (peixe-lebre), sendo estas as espécies predominantes, assim como os sempre presentes castanhetas, peixe anémoma e pequenos bodiões.

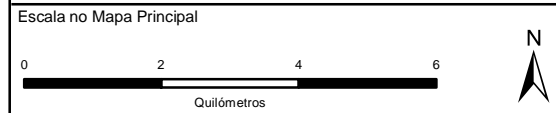


Legenda

- ▲ Observações do Fundo do Mar em Águas Profundas entre as Ilhas de Tecomaji e Rongui
- Observações no Norte de Tecomaji
- Observações no Sul de Tecomaji
- Observações de Rongui Sul
- Transectos Sul de Rongui
- Levantamento de Barco
- - - Transecto de Tecomaji e Rongui
- Transecto de Rongui para Queramimbi
- Estradas Regionais
- Infra-Estrutura Proposta Próximo da Costa
- Rota Proposta do Corredor do Gasoduto
- Local do Projecto em Afungi

Batimetria (Metros Acima do Nível Médio do Mar)

- -5
- -10
- -50
- -100



Título
Figura 7.53:
 Locais de Investigação dos Recifes de Coral através de Embarcações, Mergulho e ROV

Ciente:

Moçambique Área 1, Lda

DATA: Oct 2013	Verificado: IE	Projecto: 0133576
Desenhado: AB	Aprovado: KG	Escala: 1 : 110 000
Desenho: Boat Diver and ROV Fringing Portuguese.mxd		REV: A

ERM
 Great Westerford Building
 240 Main Road
 Rondebosch, 7725
 Cape Town, ÁFRICA DE SUL
 Tel: +27 21 681 5400
 Fax +27 21 686 073

Projeção: UTM Zona 37 S Datum: WGS84
 Fonte: Bing Maps ©2010 Microsoft Corporation.
 Lwandle Technologies, 2012.
 Conjunto de Mapas: Dados & Mapas da ESRI

Dimensão
 A3

Figura 7.54 *Zona Rasa no Norte de Tecomaji Mostrando o Re-crescimento de Coral e alguns Exemplos de Espécies Mencionadas no Texto*



Fonte: Lwandle 2012.

Figura 7.55 Zona Profunda no Norte de Tecomaji Mostrando Entulho de Coral, Crescimento de Macroalgas e alguns Exemplos da Diversidade de Coral



Fonte: Lwandle 2012.

Entre as Ilhas Tecomaji e Rongui

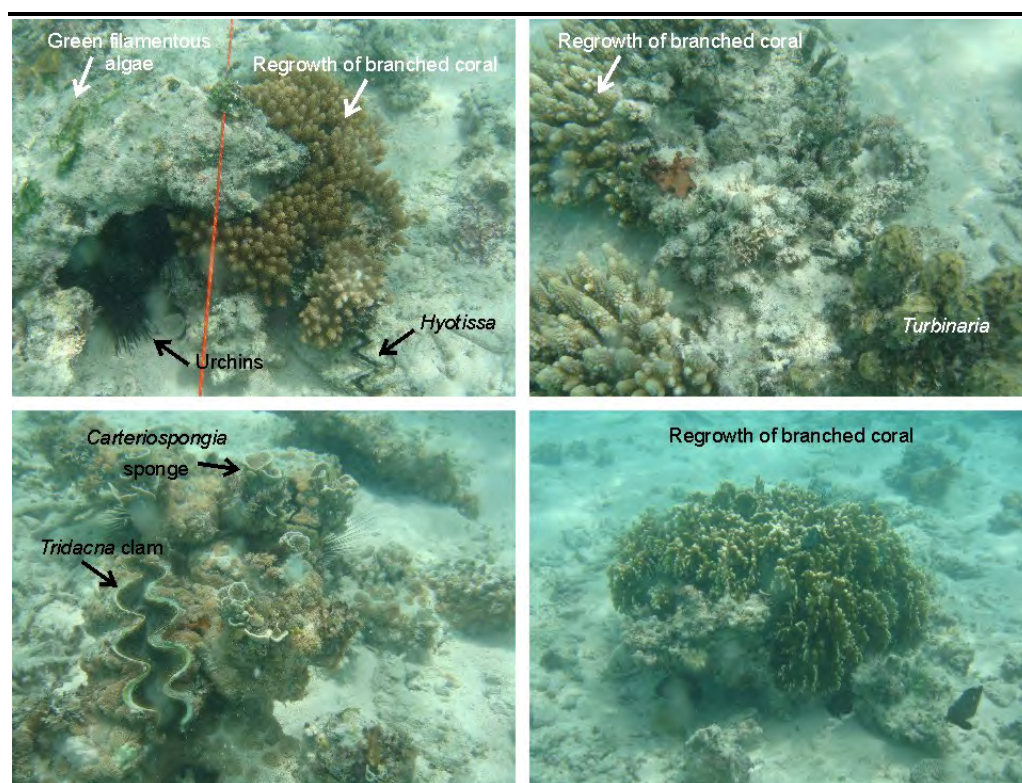
Transectos Sul de Tecomaji

Areia e areia com cascalho de coral dominaram a maioria dos transectos pesquisados a sul da Ilha de Tecomaji, essencialmente semelhantes aos dos transectos a sul de Rongui. Outra semelhança entre este local e o sul de Rongui é a maior representação de corais maciços e ramificados no interior do Transecto #3.

A área em redor do Transecto Sul de Tecomaji # 1 foi dominada por areia e extensões de cascalho de coral. Os substratos rígidos na área são núcleos de recife em baixo relevo do que parecia ser uma base de coral morto, coberto por um tapete de algas coralinas incrustantes, tricoma hidróide e tufos de algas filamentosas verdes, com uma camada de areia solta. A regeneração das

formas de coral ramificado é evidente em lugares que indicam recuperação após o evento de branqueamento de coral no final dos anos 90 (ver texto posterior). O recife baseado em coral morto encontrava-se relativamente estéril, com cobertura parcial por áreas de corais moles e com o registo em determinados locais da anêmona *Heteractis magnifica*. Outros invertebrados sésseis incluíram esponjas verticais (*Carteriospongia foliacens*) e incrustantes e ascídias (*Didemnum molle*). Tanto a amêijoia gigante *Tridacna* sp. como a *Hyotissa hyotis* estavam presentes, de forma geral, profundamente enraizadas na estrutura antiga do coral. Os invertebrados móveis incluíram estrelas do mar (*Culcita schmideliana*), ouriços (*Diadema setosum*), que ocorreram de forma geral na areia e abrigados sob pequenas suspensões no coral, e a holotúria *Synapta maculata*. As macroalgas foram principalmente representadas pela alga castanha *Turbinaria ornata*. A fauna de peixes foi comparativamente escassa, limitando-se ao peixe anêmona associado a *H. magnifica* e a algumas espécies de castanhetas associadas ao crescimento de novos corais ramificados.

Figura 7.56 Transecto Sul de Tecomaji #1 - Biodiversidade



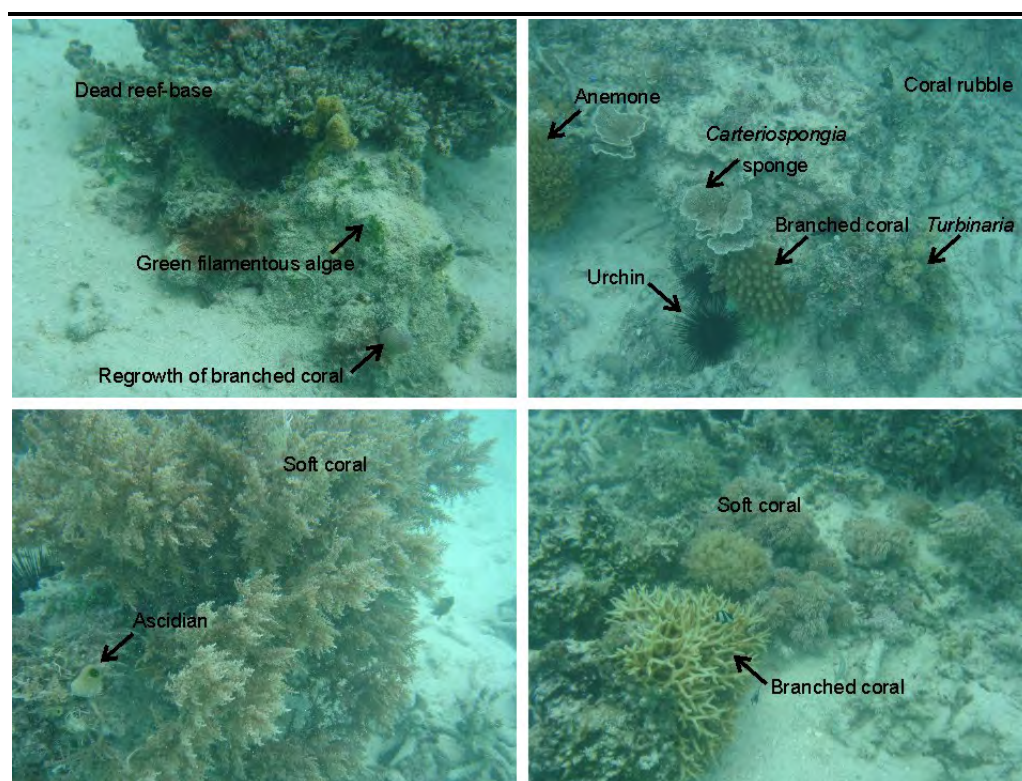
Fonte: Lwandle 2012.

O Transecto Sul de Tecomaji # 2 foi muito semelhante ao Transecto #1, sendo dominado por grandes extensões de areia e de cascalho de coral, com regeneração sobre uma base de coral morto. Uma diferença notável foi que o transecto #2 apresentou uma maior abundância e diversidade de corais moles, e a regeneração de corais duros incluiu algumas áreas de espécies delicadamente ramificadas. Tricoma hidróide, algas verdes filamentosas e uma espécie de alga castanha foliosa (possivelmente *Lobophora variegata*) formaram a principal cobertura viva. A anêmona gigante (*Heteractis*

magnifica), esponja vertical (*Carteriospongia foliacens*), a alga castanha *Turbinaria ornata*, e ascídias (*Didemnum molle*), também foram registadas. Os moluscos estavam representados pelos bivalves *Hyotissa hyotis* e *Atrina vexillum*. A fauna de peixes foi novamente relativamente escassa e associada principalmente com os pequenos núcleos de coral em regeneração e áreas de corais moles.

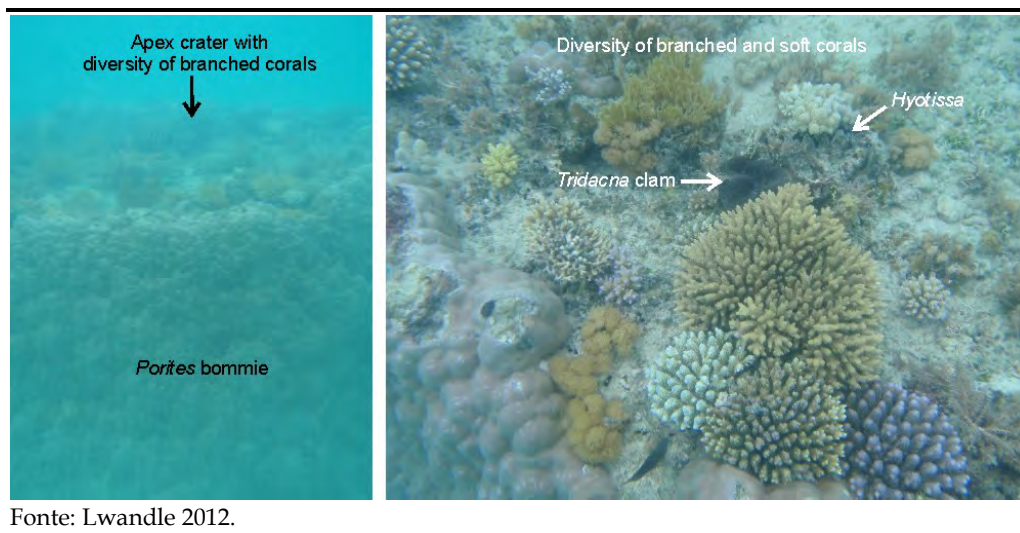
No Transecto n#3, a característica mais proeminente foi um "bommie" maciço de *Porites*, que se elevava a uma altura de cerca de 3m acima do leito marinho arenoso em seu redor. Os lados íngremes, quase mono-específicos, deram lugar a uma cratera plana no ápice, que forneceu habitat a uma grande diversidade de pequenas colónias relativamente jovens de corais ramificados, corais moles, hidróides e à fauna de peixes associados, compreendendo principalmente castanhetas. Os moluscos gigantes (*Tridacna* sp), o bivalve *Hyotissa hyotis* e o lagostim tropical *Palinurus versicolor* foram igualmente registados, tendo este último encontrado abrigo numa pequena fenda nas paredes do "bommie".

Figura 7.57 Transecto Sul de Tecomaji #2 - Biodiversidade



Fonte: Lwandle 2012.

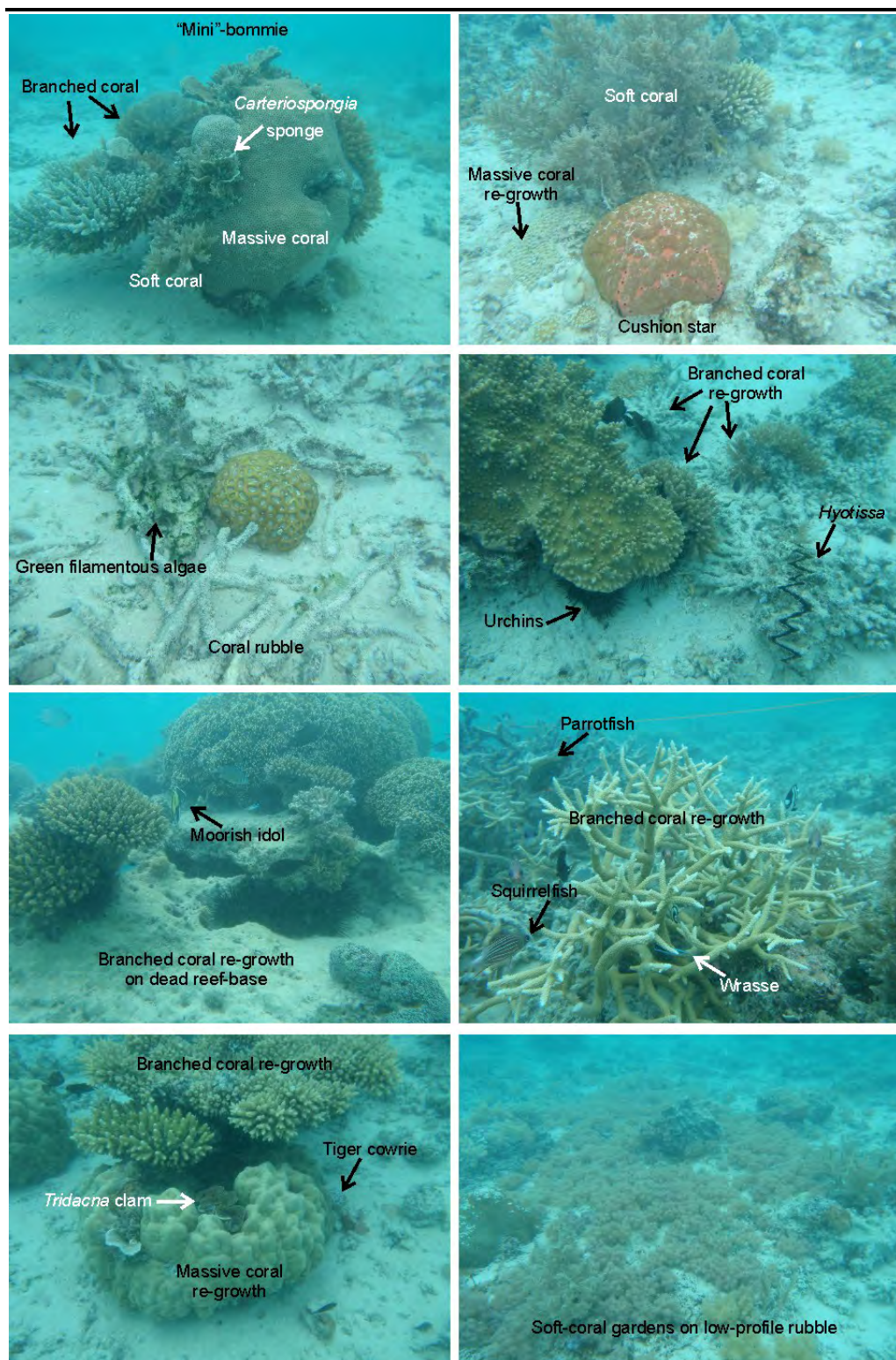
Figura 7.58 Transecto Sul de Tecomaaji #3 - Biodiversidade



Fonte: Lwandle 2012.

A área ao redor do "bommie" de coral foi dominada por grandes extensões de areia intercaladas com cascalho de coral. "Mini"-bommies isolados de base de coral morto ofereceram os substratos para a colonização por uma variedade de corais moles, esponja vertical (*Carteriospongia foliacens*) e anêmonas gigantes (*Heteractis magnifica*), e a um re-crescimento de uma diversidade de formas de corais ramificadas e maciças (Figura 7.58 acima). Os invertebrados sésseis incluíram moluscos gigantes (*Tridacna* sp), o bivalve *Hyotissa hyotis* e vermes, enquanto os invertebrados móveis incluíram ouriços (*Diadema setosum*), um búzio-tigre (*Cypraea tigris*), e as estrelas do mar (*Culcita schmideliana*). As áreas de cascalho de coral de baixo perfil ofereceram um substrato para extensos campos de corais moles e tapetes densos de uma alga foliosa prostrada (possivelmente *Lobophora variegata*) e algas verdes filamentosas. A ictiofauna incluiu uma diversidade de castanhetas, peixe-anêmona, esquilos-coroados, bodiões, peixe-papagaio, peixes-borboleta, peixes-bola e escalares.

Figura 7.59 Transecto Sul de Tecomaji 3# Mostrando os "Mini"-Bommies, Regeneração de Coral e alguns Exemplos de Espécies mencionadas no Texto



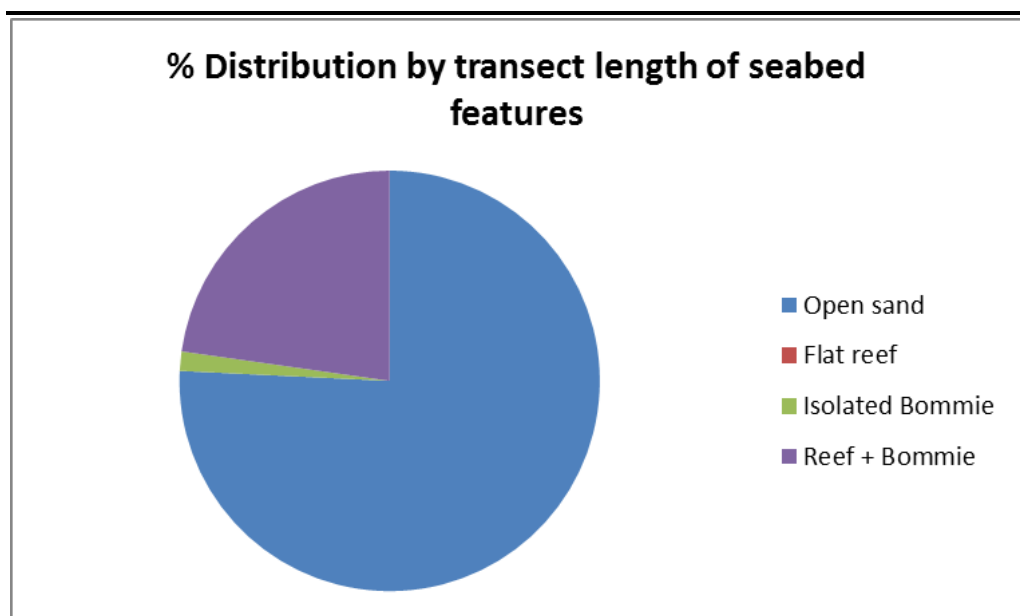
Fonte: Lwandle 2012.

Transecto Tecomaji - Rongui

Dezanove observações de tipos do fundo do mar foram efectuadas em todo o transecto de 2,04 quilómetros entre Tecomaji e Rongui. A Figura 7.60 mostra a distribuição dos tipos de leito do mar observados, sendo os tipos dominantes

o leito do mar de areia aberta e recife de coral com "bommies", que foram observados no extremo sul do transecto. Este último foi distribuído em duas secções de aproximadamente 340m e 180m de comprimento. O leito do mar de areia dominou completamente o transecto, com um trecho semi-contínuo de comprimento superior a 1,1 quilómetros ao longo do centro do transecto. Os "bommies" isolados encontravam-se concentrados na porção norte da área de estudo próxima da Ilha Tecomaji.

Figura 7.60 *Distribuição Proporcional dos Tipos de Leito do Mar no Transecto Entre as Ilhas Tecomaji-Rongui*



Fonte: Lwandle 2012.

Águas Mais Profundas entre as Ilhas Tecomaji e Rongui

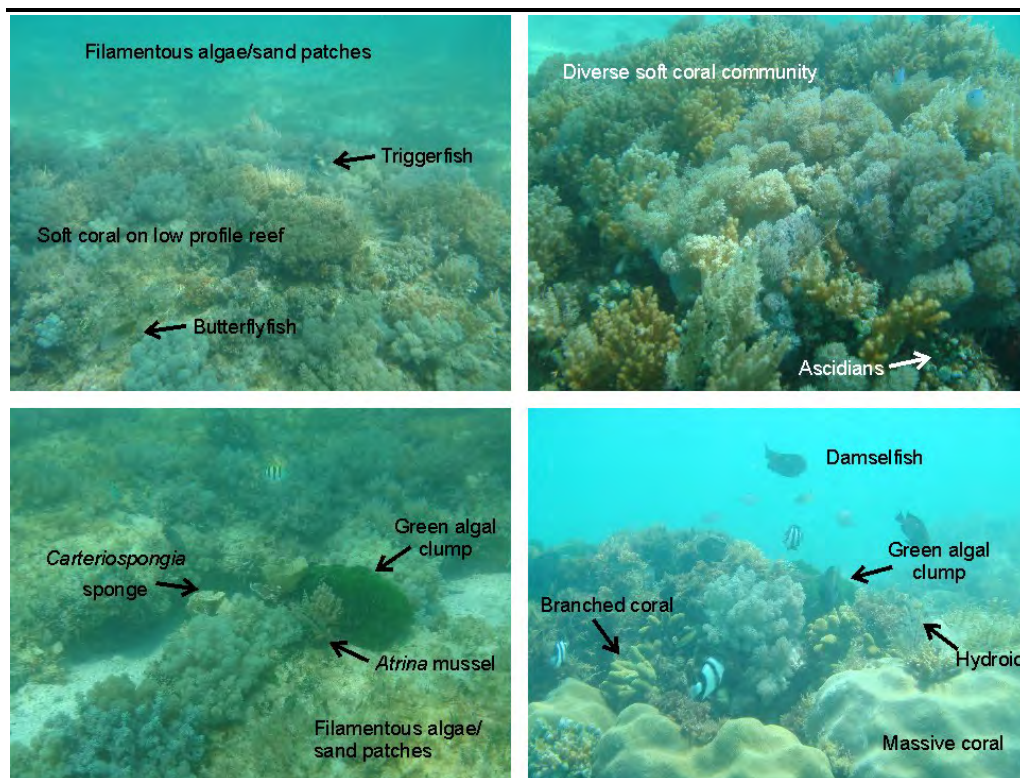
Durante o levantamento na estação chuvosa (Março de 2012) um vídeo ROV foi obtido entre as profundidades aproximadas de 5m e 70m em sete locais entre as Ilhas Tecomaji e Rongui (*Figura 7.53*). Esta área foi escolhida para a inspecção, uma vez que foi considerada como uma possível área apropriada para a passagem dos gasodutos. A gravação de vídeo foi examinada e o leito do mar foi amplamente classificado, dependendo se continha um recife bem desenvolvido, areia irregular e recife, ou areia nas faixas de profundidade a 5m (registo de profundidade tirado do sensor de pressão ROV). Em geral, as profundidades menores apresentaram diferentes graus de cobertura de recife de coral com este dando lugar a principalmente areia ou areia com recife irregular de corais moles e crinóides abaixo de profundidades de aproximadamente 35m. Dois transectos dos sete desviaram-se deste padrão (Transectos #TR001 e #TR007). Nesses transectos, houve dominância de areia em profundidades relativamente rasas (#TR001) ou, juntamente com recife irregular, completamente dominante (#TR007). Isto reflecte a distribuição global dos tipos de fundo do mar nas áreas rasas entre estas ilhas.

Transectos Sul de Rongui

As distribuições de coral e areia nestes transectos são essencialmente semelhantes às dos Transectos Sul de Tecomaji. A areia, e a areia com cascalho de coral, dominou a maior parte dos transectos investigados a sul de Rongui em termos de proporções desses tipos de leito do mar ao longo dos comprimentos de 100m observados. Isto é consistente com os resultados dos levantamentos entre-ilhas, que mostram que as distâncias entre os “bommies” de coral são geralmente > 20m. As macroalgas eram também comuns. Quando ligado a corais estas são sintomáticas da senescência ou mortalidade do coral e as observações são consistentes com as proporções elevadas de cascalho de coral observadas nos transectos. As diferenças entre os transectos individuais são ligeiras, mas os corais maciços e com ramificações têm uma maior representação no interior do transecto #3.

As fotos do Transecto # 1 mostram que as áreas de substrato duro deste transecto foram primariamente caracterizadas por um recife de baixo perfil em forma de plataforma (possivelmente um recife baseado em coral morto) com alguns afloramentos de maior perfil. Estes recifes foram intercalados entre mantos de algas azuis-verdes filamentosas e algas verdes e uma camada de areia irregular (Figura 7.61). Estrelas do Mar (*Culcita schmideliana*) foram detectadas no substrato arenoso. O recife de baixo perfil foi dominado por áreas de grande espessura de uma grande diversidade de corais moles. Outros organismos bênticos que vivem entre os corais moles incluíram as ascídias (*Didemnum molle*), hidróides, incrustantes e rectos (por exemplo *Carteriospongia foliacens*) esponjas e mexilhões (*Atrina Vexillum*). As áreas de alto relevo proporcionaram o habitat para núcleos isolados de corais duros com ramificações e maciços (principalmente *Porites* sp), hidróides e núcleos da alga verde *Bryopsis* sp. A ictiofauna dominante inclui uma variedade de espécies de castanhetas, com alguns peixes-porco e peixes-borboleta igualmente presentes.

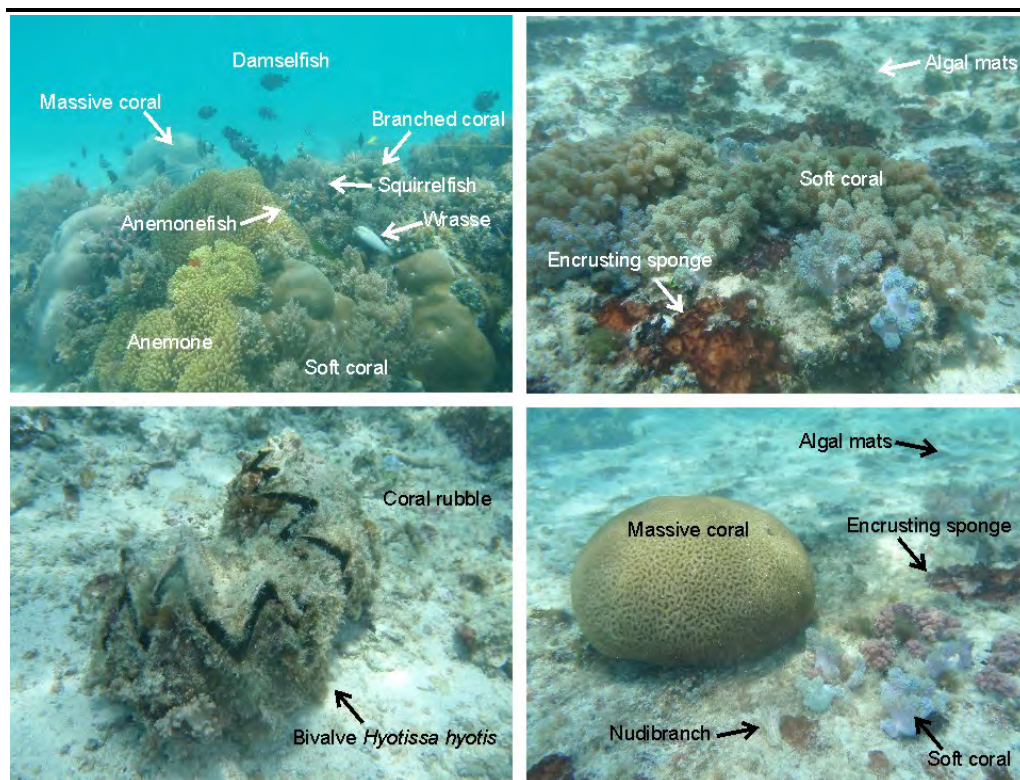
Figura 7.61 Biodiversidade Registada ao longo do Transecto Sul de Rongui #1



Fonte: Lwandle 2012.

No Transecto #2, as estruturas de recife espalhadas pelas extensões de areia e cascalho coral teve um perfil de até 1m e foram caracterizadas por uma diversidade de corais tanto duros como moles (Figura 7.62). Corais duros incluindo ambas as formas maciça e ramificada. Tapetes da anêmona do mar *Heteractis magnifica* eram comuns, e associados a estes uma diversidade de castanhetas e peixes anêmona. Outros bentos incluindo ascídias (*Didemnum molle*), zoantídeos, hidróides, incrustantes e rectos (*Carteriospongia foliacens*) esponjas. As algas no recife foram representadas por núcleos de algas verdes (*Bryopsis* sp.) e castanhas (*Turbinaria ornata*). Bentos móveis associados com a área do recife incluíam uma estrela do mar (*Leiaster* sp.) e um nudibrânquios. A areia e áreas de cascalho de coral foram caracterizadas por uma cobertura irregular de tapetes de algas castanhas e esponja incrustante e extensões de corais moles. O bivalve Gryphaeid *Hyotissa hyotis* e uma colónia isolada de um maciço (cérebro) coral (provavelmente um *Goniastrea* sp.) estavam presentes nas áreas dominadas pela areia. A diversidade de peixes de recife foi associada com os afloramentos de coral, incluindo peixe-borboleta, peixe vermelho, grammas, e peixe-esquilo coroa.

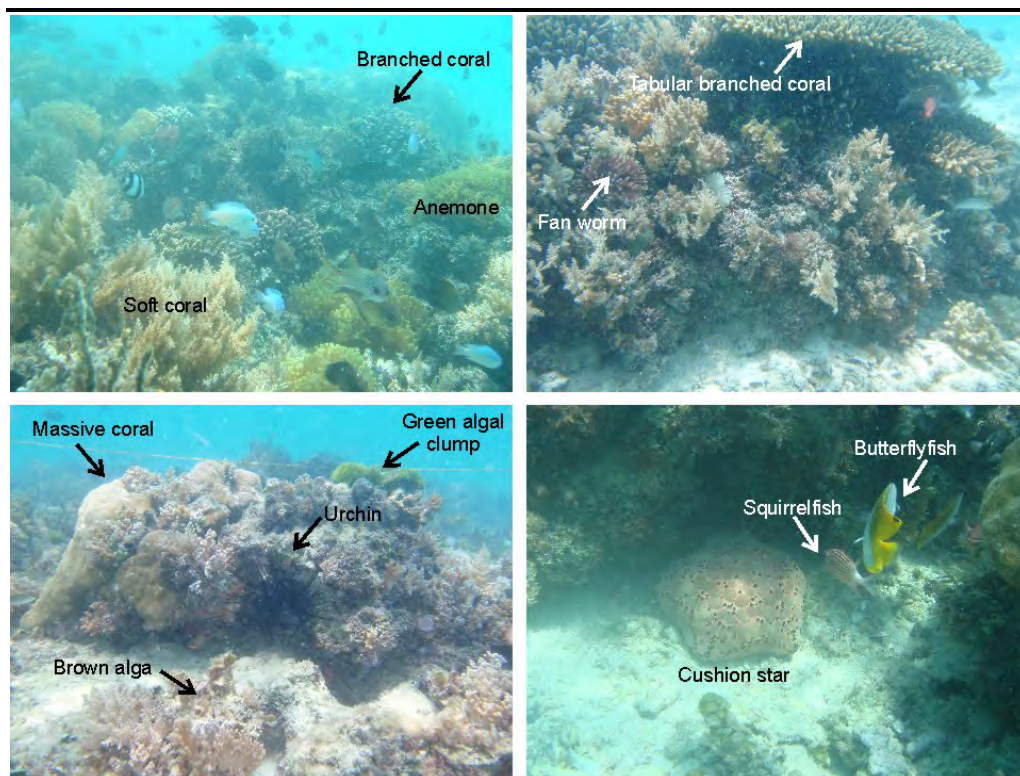
Figura 7.62 Biodiversidade Registada ao longo do Transecto Sul de Rongui #2



Fonte: Lwandle 2012.

Os recifes de todo o Transecto mais interior #3 eram mais extensos, com uma abundância crescente e diversidade de corais ramificados e maciços, com o registo de pequenas formas tabulares (Figura 7.63). A anémone do mar *Heteractis magnifica* e sua ictiofauna associada foram novamente comuns. Outros bentos incluíam ascídias, esponjas, hidróides verticais e incrustantes, vermes, estrelas do mar, ouriços (*Diadema setosum*), e os bivalves *Atrina Vexillum* e *Hyotissa hyotis*. A fauna de peixes em torno deste transecto era mais diversificada e abundante em relação aos dois outros transectos. As algas foram representadas pelos aglomerados típicos de *Bryopsis*, coralinas incrustantes, a alga castanha erecta (*Turbinaria ornate*) e uma alga folhosa (possivelmente *Lobophora variegata*).

Figura 7.63 Biodiversidade Registada ao longo do Transecto Sul de Rongui #3



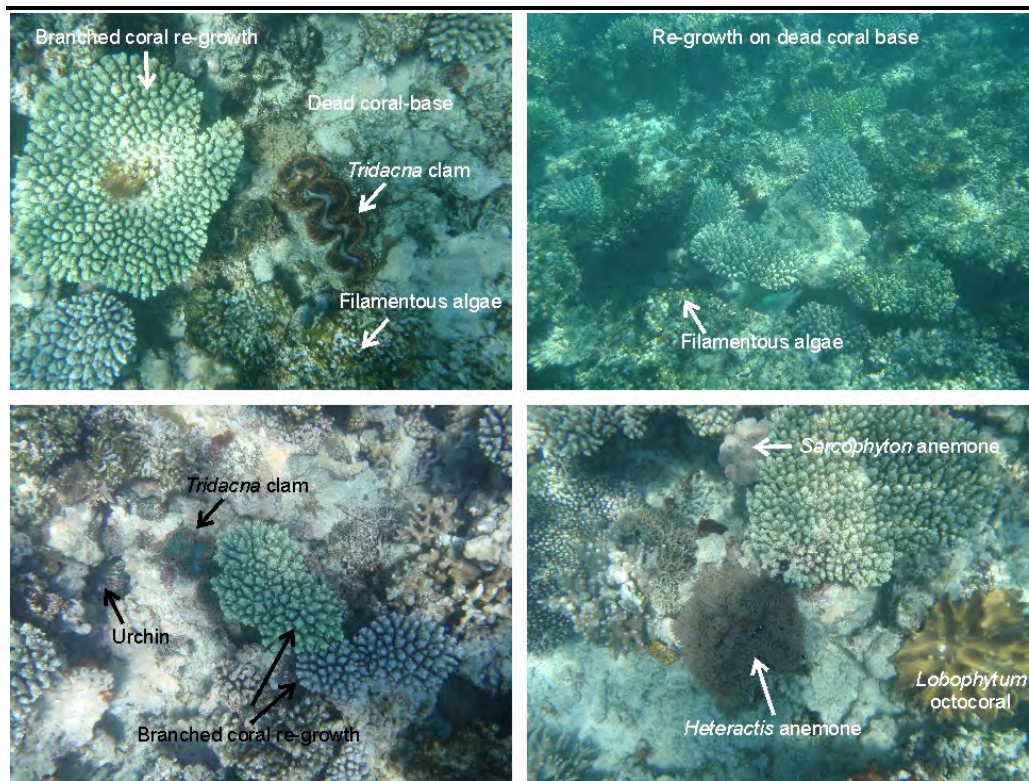
Fonte: Lwandle 2012.

Observações de Rongui Sul

Observações visuais e fotográficas de características de recifes de corais foram similarmente realizadas em dois locais em alto mar, a saber: os transectos de vídeo de Rongui Sul e oeste da ponta sul da Ilha de Rongui (Águas Profundas do Sul de Rongui a aproximadamente 6m e Águas Rasas do Sul de Rongui a aproximadamente 4m), como mostrado na Figura 7.53.

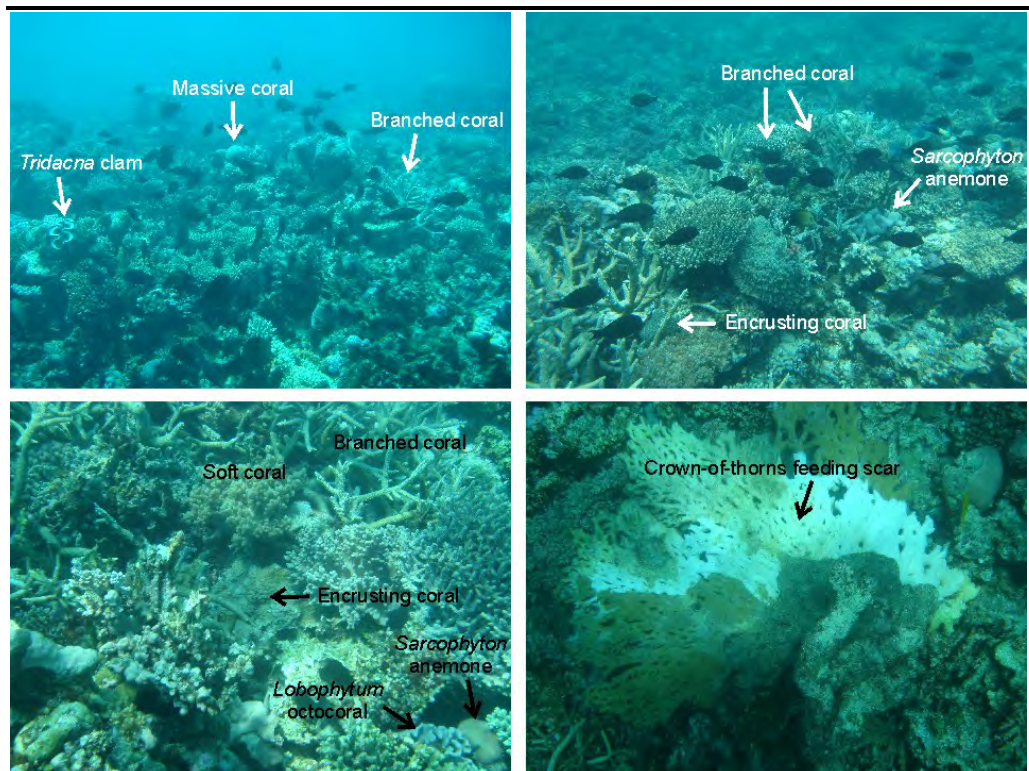
A Figura 7.64 e a Figura 7.65 fornecem imagens da biodiversidade gravadas nas regiões de Águas Profundas e Águas Rasas do Sul de Rongui, respectivamente. O recife em direcção ao declive marítimo foi significativamente maior do que nos locais dos transectos costeiros, com areia praticamente ausente, mas o recife foi dominado por grandes extensões de cascalho de coral. Em algumas áreas, o coral morto estava coberto por tapetes de algas filamentosas e algas coralinas incrustantes, embora grande parte do cascalho tenha permanecido estéril. A alga castanha erecta (*Turbinaria ornata*) estava igualmente presente.

Figura 7.64 *Área de Águas Rasas a Sul de Rongui Mostrando o Cascalho de Coral, o Crescimento de Algas Filamentosas e alguns Exemplos da Diversidade Bêntica.*



Fonte: Lwandle 2012.

Figura 7.65 *Área de Águas Profundas a Sul de Rongui Mostrando a Regeneração de Coral, e alguns exemplos da Diversidade Bêntica*



Fonte: Lwandle 2012.

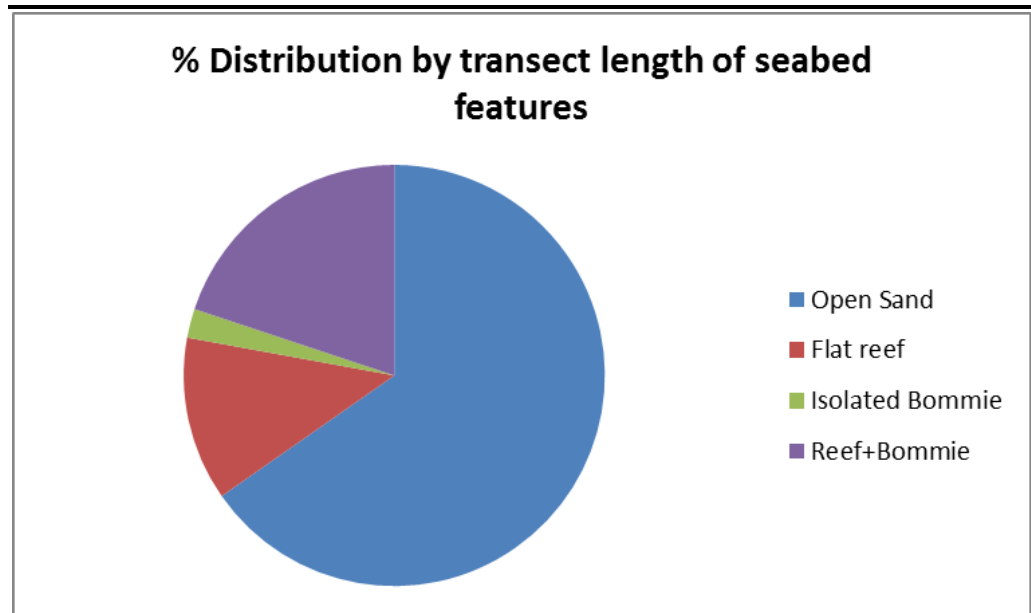
A regeneração de formas de coral ramificado, maciço e incrustante, bem como uma diversidade de corais moles e esponja incrustante era evidente em toda a área. Outros macrobentos presentes incluíram a anêmona gigante (*Heteractis magnifica* e *Sarcophyton* spp.), Octocorais incrustantes (*Sinularia* spp e *Lobophytum* spp.), Moluscos gigantes (*Tridacna* sp) e ouriços (*Diadema setosum*). A esponja erecta *Carteriospongia foliacens* e estrela do mar (*Culcita schmideliana*) foram primeiramente registradas nas áreas rasas. As extremidades branqueadas de algumas formas de coral ramificado e bandas branqueadas nos corais tabulares sugerem que a predação pela estrela do mar coroa-de-espinhos ocorre em alguma medida na área. Tal como nas áreas mais profundas fora do Norte de Tecomaji, a fauna de peixes foi caracterizada por uma maior variedade de Chaetodontids (peixe-borboleta) e Pomacanthids (peixe-pedra), assim como castanhetas, peixe anêmona e pequenos bodiões. Um apitador foi igualmente visto.

Rongui - Transecto de Queramimbi

Cinquenta observações individuais de recife de coral e “bommies” de corais associados ou isolados foram efectuadas ao longo da transecto de 3,8 km entre as ilhas Rongui e Queramimbi. As proporções dos tipos de leito marinho registadas entre as duas ilhas são mostrados na *Figura 7.66*. A maior parte do transecto era areia, intercalada com “bommies” de coral, mas a característica contínua mais extensa no transecto era o trecho de aproximadamente 730m de comprimento de recife de coral com “bommies”. Apesar de numerosos, os “bommies” isolados compreendem uma pequena fracção do comprimento do transecto investigado. Duas áreas planas de coral de recife, provavelmente com cascalho de coral ⁽¹⁾, compunham trechos de aproximadamente 220m de comprimento no lado sul do transecto. Distâncias entre “bommies” (espaçamento entre “bommies”) eram variáveis entre cerca de 240m a 10 m ou menos. *Figura 7.67* mostra uma vista típica de espaçamento entre “bommies” a partir do barco de pesquisa.

(1) Fragmentos não-consolidados de coral morto e partido.

Figura 7.66 *Distribuição Proporcional dos Tipos de Leito do Mar no Transecto Entre Ilhas Rongui-Queramimbi*



Fonte: Lwandle 2012.

Figura 7.67 *Vista de Superfície da Distribuição do Recife de Coral a Sul da Ilha Rongui*



As manchas escuras de recife são intercaladas com as áreas mais claras de areia.

Fonte: Lwandle 2012.

Uma característica importante e proeminente das áreas de recife de coral em redor das ilhas foi a quantidade substancial de detritos de corais e base de coral morto. Há três causas possíveis para tal fenómeno, nomeadamente:

- métodos de pesca destrutivos com o uso de dinamite ⁽¹⁾;
- danos nos recifes resultantes de ciclones de fortes tempestades; e
- branqueamento de corais.

A pesca com dinamite é extremamente eficaz em zonas de águas rasas, onde é usada para atordoar os peixes, que são então recolhidos da superfície ou do fundo do mar. As explosões são altamente prejudiciais para as comunidades bênticas de recife, sendo especialmente vulneráveis as formas de coral ramificado. As explosões geralmente afectam uma área de 4 a 5m de diâmetro e podem reduzir o crescimento de coral em maturação a cascalho em poucos segundos (Richmond, 1997). Considerando-se as áreas relativamente pequenas usualmente afectadas pela pesca com dinamite em comparação com a extensão do cascalho de coral em redor das Ilhas Tecomaji e Rongui, é pouco provável que os danos observados no coral possam ser atribuídos a este método de pesca.

As tempestades tropicais (ciclones, furacões ou tufões) são a forma mais grave de perturbação mecânica nos recifes de coral. Num estudo realizado sobre a Grande Barreira de Recife na Austrália após o Ciclone Tropical de Categoria 4, o Ingrid, verificou-se que ventos com mais de 33m/s causaram danos catastróficos em recifes costeiros e no mar. Enquanto os recifes no mar sofreram a maior profundidade de danos, os recifes perto da costa tiveram as maiores taxas de quebra e deslocamento de corais. Por exemplo, num recife costeiro severamente afectado, a cobertura de coral duro diminuiu e a riqueza taxonómica diminuiu, enquanto a enorme cobertura de coral permaneceu inalterada (Fabricius *et al.* 2008). Harmelin-Vivien (1994), no entanto, aponta que os danos induzidos por ciclones nas comunidades de recife são altamente variáveis e estão relacionados com factores como características do ciclone, localização do recife no curso da tempestade, topografia do recife, características das comunidades pré-tempestade, a sua localização e profundidade no recife e o tempo decorrido desde a perturbação anterior.

Os mais recentes ciclones que afectaram o litoral de Moçambique foram o Ciclone Jokwe (Tempestade de Categoria 3), que afectou o centro e norte de Moçambique em Março de 2008 e do Ciclone Favio (Tempestade de Categoria 4), que atingiu a Província de Inhambane, em Fevereiro de 2007. Destes, o Ciclone Jokwe pode ter afectado a área de estudo, com efeitos semelhantes (embora provavelmente não tão extremos), como descrito por Fabricius *et al.* (2008).

(1) O uso de dinamite na pesca é proibido em Moçambique; no entanto, o Conselho de Pescas de Palma confirmou o uso de dinamite em redor dos corais na Baía de Palma e em outros lugares (2012).

No norte da Ilha Tecomaji e Sul da Ilha de Rongui, a espécie de estrela do mar coroa-de-espinhos (COT) foi ocasionalmente observada. Esta estrela do mar ganhou notoriedade como uma ameaça para os ecossistemas de recifes de coral, particularmente na Grande Barreira de Recife, na costa da Austrália. Alimenta-se de pólipos de coral vivo subindo para uma estrutura de recife e depois expulsando o seu estômago para o coral. Isto liberta enzimas digestivas que permitem que a estrela do mar absorva os nutrientes do tecido de coral liquefeito. A superpopulação de COT tem sido indigitada pela destruição generalizada de recife, embora tenha sido referido que a estrela tem um papel importante e activo na manutenção da biodiversidade do recife de coral, levando à sucessão ecológica, impedindo os corais de rápido crescimento de dominarem as variedades de crescimento mais lento. No entanto, quando coincide com outros factores que afectam negativamente o ecossistema de recife, como o branqueamento de corais ou doenças específicas dos corais, a superpopulação de COT pode causar danos permanentes e devastadores.

Em 1995, os recifes de Moçambique sofreram um surto de coroa-de-espinhos, que, nos três anos seguintes, resultou em 80 por cento da mortalidade de corais na área de Bazaruto e redução da cobertura de coral de 2 a 5 por cento na área de Inhambane (Motta *et al.* 2002). No final da infestação, o oeste do Indo-Pacífico foi sujeito a uma Oscilação Sul do El Niño de larga escala (ENOS), entre 1997 e 1998. As elevadas temperaturas do mar associadas a esta ENSO resultaram no branqueamento de coral regional, a extensão e os impactos da qual mostraram um forte gradiente norte-sul. O branqueamento e mortalidade iniciou no sul, em Fevereiro/Março de 1998, terminando no norte em Maio daquele ano (Schleyer *et al.*, 1999; Motta *et al.*, 2000, Motta *et al.*, 2002; Obura *et al.* 2000). Os recifes do norte de Moçambique, anteriormente conhecidos pela sua grande biodiversidade foram os que mais sofreram, com a mortalidade de corais em alguns recifes de até 99 por cento, de acordo com os relatos. Recifes em baías abrigadas, que experimentam níveis mais elevados de nutrientes e turvação do deslizamento de terras, bem como de variação em temperaturas da água de superfície foram menos afectados (Motta *et al.* 2000, Obura *et al.*, 2000).

Após o evento, houve aumentos significativos em foliose, turfa, algas calcárias e coralinas em crescimento nas superfícies de coral recém-mortas, que, por sua vez, influenciaram a abundância de populações de peixes herbívoros. Os levantamentos seguintes para a monitorização do coral realizados em Moçambique, como parte do Programa de Degradação dos Recifes de Coral no Oceano Índico (CORDIO) encontraram evidências de recuperação em alguns recifes nos quais os corais moles são os colonizadores primários (Motta *et al.* 2000, Motta *et al.* 2002).

As espécies de corais que sofreram o maior branqueamento e mortalidade foram geralmente as de rápido crescimento, de espécie ramificada, com altas taxas de reprodução sexuada ou assexuada e supercrescimento competitivo, (por exemplo, *Acropora*, *Pocillopora*, *Stylophora* e *Seriatopora*, que mostrou até

100 por cento de branqueamento). Muitas das espécies sobreviventes foram as formas incrustantes, sub-maciças, maciças de crescimento mais lento que raramente dominam comunidades de recife (Obura *et al.*, 2000). Obura *et al.*, (2000) previram que o evento de branqueamento iria ter por muitos anos impactos profundos sobre a estrutura e as taxas de crescimento dos recifes de coral em Moçambique, com a possibilidade de eventual colapso da estrutura do recife (Motta *et al.*, 2000). Eventos ENSO futuros podem, assim, ter impactos muito diferentes sobre a evolução da estrutura da comunidade de recife, devido a mudanças globais nas espécies encontradas nessas comunidades de corais. Eventos do El Niño de larga escala podem estar a 'seleccionar' conjuntos de genes específicos que são mais resistentes a impactos de temperatura.

Dados de vídeo e fotográficos recolhidos dos recifes de corais na área da Baía de Palma, na sua grande maioria, confirmam as conclusões acima descritas. Os corais moles pareciam ser os colonizadores primários em áreas danificadas do recife raso, embora houvesse também evidência de recuperação substancial de formas ramificadas em ambos os bancos de recife em direcção aos declives. O entulho de coral era constituído primariamente por formas de coral partidas e ramificadas (que são, no entanto, também as mais sensíveis aos danos causados por ciclones) e o colapso da estrutura de recife era evidente nos locais pesquisados em direcção aos declives.

7.9 AMBIENTE PRÓXIMO DA COSTA - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

7.9.1 Peixes

Não há dados estatísticos disponíveis para os peixes na Baía de Palma. No entanto, sendo parte do Arquipélago das Quirimbas, é provável que as espécies de peixes registadas para recife de coral e de algas marinhas biótopas ao sul da Baía de Palma ocorram na baía.

Das maiores espécies pelágicas, a cavala espanhola (*Scomberomorus commerson*) foi registada fora de Cabo Delgado (Saetre e da Silva, 1979). Vale ressaltar que cavalas espanholas juvenis (2 a 3 cm de comprimento) foram capturadas ao largo da costa de Cabo Delgado em Abril de 1978 durante a pesquisa do Dr. Fridtjof Nansen, indicando actividade de desova desta espécie durante este período do ano neste local ou nas proximidades. Cardumes de superfície de atum albacora (*Thunnus albacares*) foram observados na região e são pescadas em escalas industriais e artesanais (ver *Capítulo 9* para mais informação sobre a actividade pesqueira). Outros grandes pelágicos nas águas costeiras incluem agulhão (*Istiophorus platypterus*), espadim (*Makaira indica*, *M. mazara*, *angustirostris*, *Tetrapterus T. audax*), Cavala-gigante (*Acanthocium solandri*), voador (*Thunnus alalunga*), gaiado (*Katsuwonus pelamis*), bonito (*Gymnosarda unicolor*), cavalas serra (*Scomberomorus japonicus*), espadarte (*Xiphias gladius*), grande barracuda (*Sphyrnaena barracuda*), xaréu gigante (*Caranx ignobilis*) e xaréu-barbatana-azul (*Caranx melampygus*).

Os tubarões capturados nestas águas incluem o Marracho-touro (*Carcharhinus leucas*), Marracho-tinteiro-de-coral (*C. limbatus*), Marracho-arenheiro (*C. obscurus*), tubarões-martelo (*Sphyrna* spp.) e Marracho-tigre (*Galeocerdo cuvier*).

Estas espécies pelágicas maiores descritas acima são amplas e, certamente, ocorrem na área, ainda que confinadas a águas mais profundas na entrada para a Baía de Palma. O resumo abaixo centra-se em recifes de coral e vegetação marinha associada as espécies com probabilidade de estarem presentes na área da baía (Impacto, 2008). Os dados relativos aos peixes associados a recifes de coral e tapetes de ervas marinhas são baseados principalmente em dados resultantes do Programa de Investigação Marítima do Arquipélago de Quirimbas de Moçambique Darwin/Frontier (DFMQAMRP) (Abril de 1996 a Dezembro de 1997).

Peixes Associados a Recifes de Coral

A diversidade das espécies de peixes associados a recifes de coral é alta. Pereira (2000) elaborou uma lista de peixes associados a recifes em Moçambique que lista 601 espécies que compõem 27 famílias. Levantamentos detalhados do Sul das Ilhas Quirimbas foram realizados sob os auspícios da DFMQAMRP. Os investigadores identificaram 375 espécies de peixes associados a recifes de 57 famílias (Tabela 7.11). O número de espécies de peixes associados a recifes nas Quirimbas do norte, por exemplo, na Baía de Palma é provavelmente maior.

Tabela 7.11 *Número de Espécies por Família de Peixes de Recife Registadas no Sul das Ilhas do Arquipélago de Quirimbas*

Família	Nome Comum	Nº de Espécies
Acanthuridae	Peixes-cirurgião	22
Antennaridae	Peixe-sapo	1
Anthiinae	Garoupas do mar	3
Apogonidae	Peixes-cardinal	10
Aulostomidae	Peixes-trombeta	1
Balistidae	Peixes-porco	12
Belonidae	Peixe-agulha	2
Blenniidae	Blénido	6
Bothidae	Areeiros	2
Caesionidae	Fuzileiros	8
Callionymidae	Peixes-pau	2
Carangidae	Peixes-Rei	11
Carcharhinidae	Marrachos	3
Chirocentridae	Machope	1
Chaetodontidae	Peixes-borboleta	21
Cirrhitidae	Peixes-falcão	4
Clupeidae	Sardinhas, Magumbas	2
Cynoglossidae	Linguados	1
Dactylopteridae	Peixes-voador	1
Dasyatidae	Uges	2
Echeneidae	Sugadores de tubarão	2
Engraulidae	Anchovas	1
Entriscidae	Trombeteiros	1
Fistulariidae	Cornetas	2

Família	Nome Comum	Nº de Espécies
Gerreidae	Melanúrias	2
Gobiidae	Gobiões	5
Grammistidae	Peixes-sabonete	1
Haemulidae	Pargos e Roncadores	10
Hemiramphidae	Meias-agulhas	3
Holocentridae	Esquilos	8
Kyphosidae	Corvinas	1
Labridae	Bodiões	45
Lethrinidae	Imperadores	15
Lutjanidae	Pargos	13
Microdesmidae	Peixes-lombriga	1
Monacanthidae	Peixes-porco-galhudos	5
Mullidae	Salmonetes	16
Muraenidae	Moreias	2
Nemipteridae	Bagas	2
Ostraciidae	Cofres	2
Pegasidae	Traças do mar	1
Pinguipedidae	Nedopas	2
Platacidae	Peixes-morcego	2
Platycephalidae	Cabeças-chata	3
Plotosidae	Bagre, cangala	1
Pomacanthidae	Peixes-pedra	12
Pomacentridae	Castanhetas	20
Priacanthidae	Fura-vasos	2
Rhynchobatidae	Peixe-viola	1
Scaridae	Papagaios	18
Scombridae	Cavala	1
Scorpaenidae	Peixes-escorpião	6
Serranidae	Garoupas	21
Solenostomidae	Apitadores	1
Siganidae	Coelhos	4
Stegostomatidae	Tubarões-zebra	1
Syngnathidae	Cavalos-marinhos	5
Synodontidae	Peixes-banana	2
Teraponidae	Peixes-tigre	2
Tetraodontidae	Peixes-bola	13
Tetrarogidae	Rascasso	1
Triglidae	Ruivos	1
Zanclidae	Escalares	1

Fonte: Whittington *et al*, 1998

Peixes Associados a Tapetes de Ervas Marinhas

Gell (1997) identificou 195 espécies de peixes de 52 famílias capturadas por meio de redes de arrasto e armadilhas em tapetes de ervas marinhas no Arquipélago das Quirimbas. A família Lethrinidae representou a maior proporção de peixes, 31,5 por cento; a família Siganidae contabilizou 22 por cento e a Scaridae representou 11 por cento. Foram identificadas 29 espécies de bodião (Labridae), e a família representou mais de 9 por cento de todo o peixe capturado.

Embora as espécies dominantes tenham variado consideravelmente de dia para dia e até mesmo entre trechos, quase 70 por cento das amostras

capturadas, por peso, foram representadas pelas cinco espécies seguintes: *Siganus Sutor* (Siganidae, 25,1 por cento), *Lethrinus lentjan* (Lethrinidae, 23,9 por cento) , *Leptoscarus vaigiensis* (Scaridae, 8,8 por cento), *Lethrinus variegatus* (Lethrinidae, 8 por cento) e *Gerres oyena* (Gerreidae, 3,5 por cento).

7.9.2 *Tartarugas*

Foram documentadas cinco espécies de tartarugas marinhas ao longo da costa de Moçambique, que são as seguintes:

- tartaruga Verde (*Chelonia mydas*);
- tartaruga Bico-de-falcão (*Eretmochelys imbricata*);
- tartaruga Cabeçuda (*Caretta caretta*);
- tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*); e
- tartatuga-olivacea (*Lepidochelys olivacea*).

Todas estas espécies são consideradas vulneráveis à extinção pela IUCN (2011). A tartaruga de couro e as tartarugas bico de falcão são consideradas Criticamente em Perigo, a tartaruga cabeçuda e a tartaruga verde Em Perigo e a tartaruga-olivacea Vulnerável.

A distribuição das tartarugas marinhas na região documentada pela CSA (2007) indica que as tartarugas eram quatro vezes mais abundantes nas águas do Parque Nacional das Quirimbas do que na parte norte do Arquipélago, fora do parque. As tartarugas observadas fora do parque foram mais numerosas em águas profundas em redor das Ilhas Macaloe e Medjumbe, localizadas a mais de 100 km a sul da Baía de Palma.

Estudos recentes realizados pelo Grupo Maulane em conjunto com a Sociedade Zoológica de Londres nas ilhas de Vamizi, Rongui e Macaloe, indicam que a tartaruga verde e de bico de falcão fazem os seus ninhos nas ilhas (Hill e Garnier, 2003). A nidificação das tartarugas ocorre durante todo o ano. Na Ilha Vamizi, a nidificação de tartarugas atinge o valor máximo em Janeiro e Agosto, enquanto na Ilha Macaloe, as tartarugas têm seu pico de nidificação entre Novembro e Maio.

As praias do continente na Baía de Palma são íngremes e os níveis de maré alta estendem-se ao topo da praia (Figura 7.40). Estas praias são, portanto, inadequadas para a nidificação das tartarugas uma vez que os ninhos teriam uma alta probabilidade de inundação. Foram registados ninhos de tartarugas na Ilha de Rongui (Hill & Garnier, 2003) e também se reporta ocorrerem na Ilha de Tecomaji (Luke Verburgt, Enviro-Insight, *pers. Comm.*, 2012).

7.9.3 *Baleias e Golfinhos*

Dezassete espécies de baleias e golfinhos foram registadas em águas próximas da costa na região (Secção 7.6.5). Três destas são conhecidas por entrarem na Baía de Palma, nomeadamente as baleias-corcunda, os golfinhos-corcunda e

os golfinhos roaz-corvineiros (narigudos)r. O equilíbrio poderá episodicamente ocorrer na baía ou em redor das ilhas.

Os golfinhos roaz corvineiros do Indo-Pacífico (*Tursiops aduncus*) são comuns na região e entram nas águas abrigadas junto à costa das ilhas em alto mar. Os golfinhos-corcunda do Indo-Pacífico (*Sousa chinensis*) também ocorrem nestas áreas e são considerados como restritos a águas rasas (<50m, Best, 2007). As baleias-corcunda (*Megaptera novaeangliae*) são visitantes sazonais para o interior áreas da plataforma continental para o parto e reprodução. Esta espécie encontra-se geralmente presente em águas do norte de Moçambique entre Julho e Novembro (ver *Tabela 7.5* abaixo).

Todas as baleias e os golfinhos são geralmente de diversas espécies (exemplo, Best, 2007) e espera-se que todas as espécies incluídas na *Tabela 7.5* possam entrar em águas costeiras rasas. Os cachalotes são, provavelmente, a exceção, uma vez que parecem estar confinados às águas profundas do alto mar na quebra da plataforma continental.

As baleias-corcunda são sazonalmente presentes no norte de Moçambique, entre Julho e Novembro, usando a região mais ao norte e ao Quênia, para o parto e acasalamento (Best, 2007). Golfinhos-corcunda é uma espécie costeira e pares e grupos de até 15 a 20 indivíduos foram observados recentemente (2011/2012) na Baía de Palma (levantamentos de campo da Lwandle; Luke Verburgt, Enviro-Insight, *comunicação pessoal*). É provável que os indivíduos ou grupos sejam residentes no sistema, mas a distribuição geral da população é dispersa ao longo da costa Africana que se estende desde, pelo menos, o Equador a 35° S (Best, 2007). Um grupo de 30 a 40 golfinhos foram observados na foz da Baía de Palma (entre a Península de Cabo Delgado e a Ilha Tecomaji, estudos de campo da Lwandle) e é considerado altamente provável que estes sejam visitantes frequentes da baía. Tal como acontece com os golfinhos-corcunda, os golfinhos roaz-corvineiros encontram-se amplamente distribuídos pela costa Africana. Contudo, ao contrário daqueles, também se estendem para águas mais profundas, tendo sido avistados a partir de Walters Shoal, ao sul de Madagáscar (Best, 2007).

7.9.4

Aves Marinhas

As aves marinhas costeiras registadas na região estão listadas na *Tabela 7.12*. Dezanove espécies são reconhecidas pela sua ocorrência na zona costeira, mas é provável que algumas espécies de alto mar (*Tabela 7.12*) se estendem para as águas costeiras, devido à plataforma continental muito estreita, por exemplo, as fragatas. Estas aves marinhas podem ocorrer na Baía de Palma.

As Gaivinas-de-bico-laranja e as Gaivinas-comuns foram as ave marinhas mais comumente avistadas nas águas do limite da plataforma continental durante o levantamento para a caracterização do habitat em alto mar pela CSA, em 2007 (CSA, 2007).

Tabela 7.12 *Aves Marinhas Costeiras do Norte de Moçambique e Respetivo Estatuto na Listada IUCN 2011*

Nome Comum	Espécie	Sazonalidade	IUCN Estatuto na Lista
Fragata pequena	<i>Fregata ariel</i>	n/a	LC
Fragata grande	<i>Fregata minor</i>	n/a	LC
Gaivota-de-cabeça-cinzenta	<i>Larus cirrocephalus</i>	n/a	LC
Gaivota-de-asas-escuras	<i>Larus fuscus</i>	n/a	LC
Gaivina-pequena	<i>Sterna albifrons</i>	n/a	LC
Gaivina-do-mar-grande	<i>Sterna caspia</i>	n/a	LC
Gaivina-de-bico-preto	<i>Sterna nilotica</i>	n/a	LC
Garajau	<i>Sterna sandvicensis</i>	Verão	LC
Gaivina-de-bico-laranja	<i>Sterna bengalensis</i>	Verão	LC
Gaivina-de-bico-amarelo	<i>Sterna bergii</i>	n/a	LC
Gaivina-comum	<i>Sterna hirundo</i>	Verão	LC
Gaivina-de-dorso-preto	<i>Sterna fuscata</i>	n/a	LC
Gaivina-de-faces-brancas	<i>Chlidonias hybridus</i>	n/a	LC
Gaivina-de-asa-branca	<i>Chlidonias leucopterus</i>	Verão	LC
Talha-mar-africana	<i>Rynchops flavirostris</i>	n/a	NT
Pelicano-cinzento	<i>Pelecanus rufescens</i>	n/a	LC
Pelicano-branco (grande) do Oriente	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	n/a	LC
Corvo-marinho-africano	<i>Phalacrocorax africanus</i>	n/a	LC
Corvo-marinho-de-faces-brancas (grande)	<i>Phalacrocorax carbo</i>	n/a	LC

Legenda: LC = Menor Preocupação; NT = Quase Ameaçada; VU = Vulnerável.

Fonte: Newman, 2002; Sinclair e Ryan, 2003, IUCN, 2011.

Durante os levantamentos de ecologia marinha nas épocas seca (Novembro de 2011) e chuvosa (Março de 2012) realizados pela Lwandle, os avistamentos de aves marinhas foram limitados à gaivina-de-bico-amarelo e à gaivina-comum. As aves costeiras da maré intertidal observadas durante os levantamentos de avifauna realizados pela Enviro-Insight encontram-se detalhados no *Capítulo 8*.