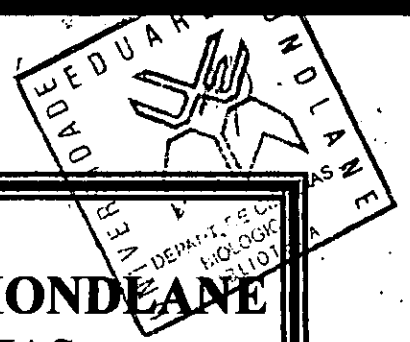


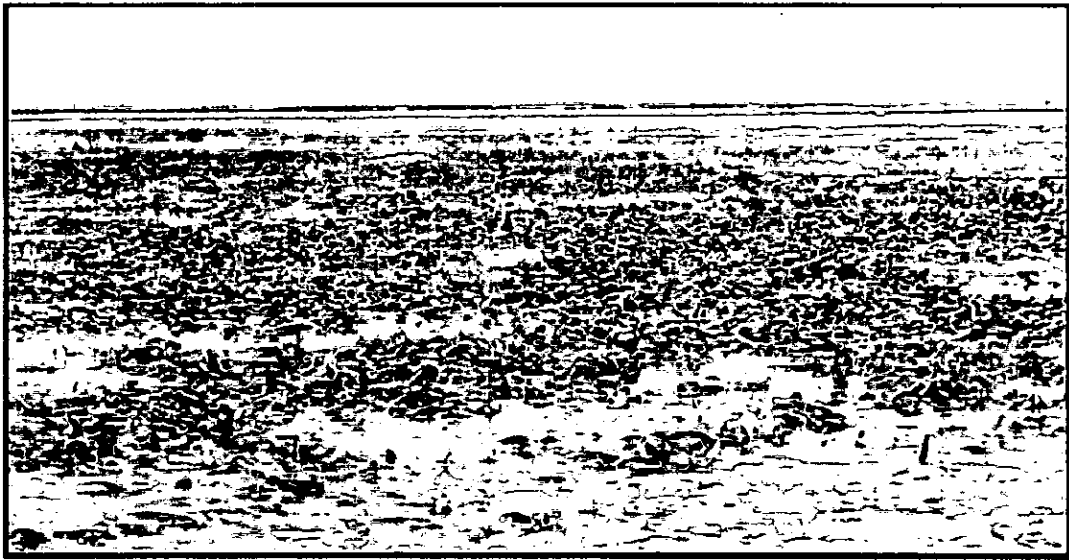
B10-22



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Trabalho de Licenciatura

**Diversidade, Distribuição e Biomassa de Ervas Marinhas
na Baía de Bazaruto**



Autora: Valera Lucena Dias



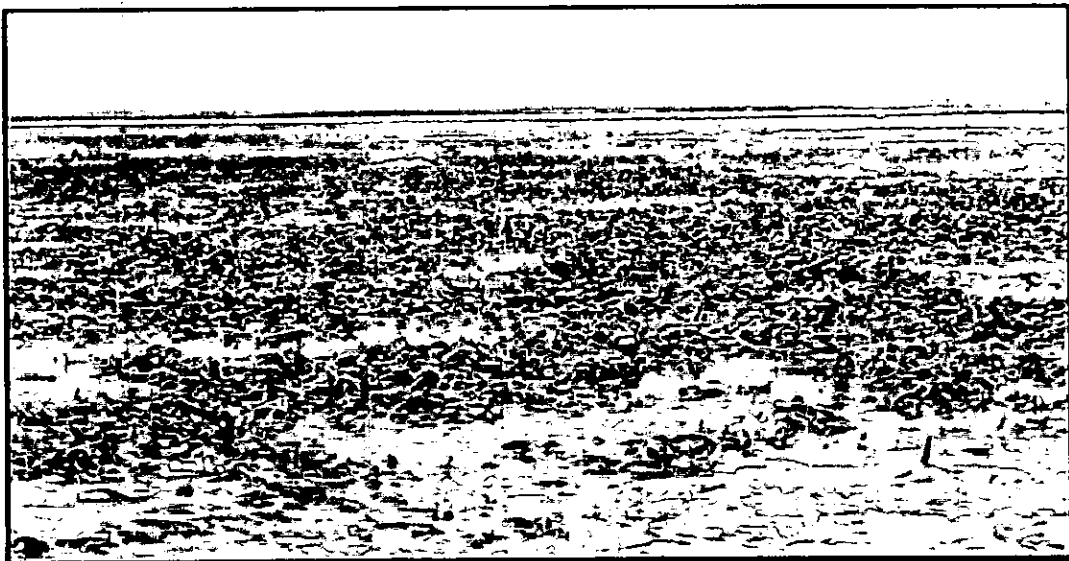
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Trabalho de Licenciatura

**Diversidade, Distribuição e Biomassa de Ervas Marinhas
na Baía de Bazaruto**

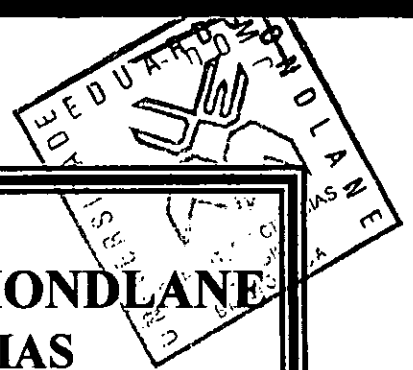


Autora: Valera Lucena Dias

Supervisor: dr. Almeida Guissamulo

Co-supervisor: dr. Mizeque Mafambissa

Maputo, Outubro de 2005



AGRADECIMENTOS

- Agradeço ao meu supervisor, dr. Almeida Guissamulo, por todo auxílio empreendido durante a realização de todo meu Trabalho de Licenciatura.
- Agradeço ao meu co-supervisor, dr. Mizeque Mafambissa, pelo apoio prestado durante a realização do trabalho de campo e na compilação do relatório.
- Ao BP "Conservation Programme" e CDS-ZC, por terem financiado este estudo.
- Aos Drs. Henrique Balidy, Paulo Jorge, Alice Massinga, Ana Massinga e José Rafael por terem ajudado a solucionar as dificuldades que tive, durante a realização deste estudo.
- Ao administrador do PNB, ao pessoal do "Café Edson" em Vilanculos e do "Café Sónia" em Inhassoro, pela hospedagem acolhedora que proporcionaram.
- Aos técnicos do DCB pelo apoio prestado durante a realização do trabalho laboratorial.
- Aos funcionários do CENACARTA, pelo aconselhamento na aquisição das Imagens Satélite.
- Ao Prof. Dr. Orlando Quilambo, pela coragem que deu durante meus estudos.
- Aos docentes, funcionários e aos queridos colegas do DCB, que acompanharam, corrigiram, ajudaram e encorajaram durante os meus estudos, principalmente nos últimos anos de Licenciatura.
- A todos meus amigos e conhecidos que sempre acreditaram na minha formação.
- Aos meus familiares, pela paciência, compreensão e amor que sempre dedicam.

DEDICATÓRIA

a memória de:

Rafael Moisés Dias, Rodolfo Sindana Nduna, Angélica Gabriel Nhaca

Valera Allen e Hipólito de Sousa

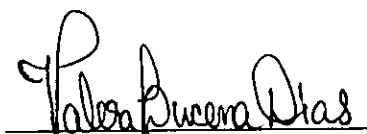
e

a todos meus familiares e amigos

A VÓS DEDICO A MINHA LICENCIATURA

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que este relatório de Trabalho de Licenciatura é obra do meu esforço e dedicação, é da minha inteira responsabilidade, e a informação aqui contida reflecte o resultado dos dados obtidos.


Valera Lucena Dias

LISTA DE ABREVIATURAS

B: Biomassa

CDS-ZS: Centro de Desenvolvimento Sustentável de Zonas Costeiras

CENACARTA: Centro Nacional de Cartografia e Navegação

cm: centímetros

Cr: *Cymodocea rotundata*

DCB: Departamento de Ciências Biológicas

DNFFB: Departamento Nacional de Floresta e Fauna Bravia

dp: desvio padrão

ETM+: Enhanced Thematic Mapper Plus

F: diferença entre amostras

g.m⁻²: gramas por metros quadrados

gl: grau de liberdade

GPS: Sistema de Posicionamento Geográfico

Ho: *Halophila ovalis*

Hu: *Halodule uninervis*

INAHINA: Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação

LAT/LON: Latitude/ Longitude

m: metros

MICOA: Ministério para Coordenação da Acção Ambiental

Nc: *Nanozostera capensis*

P: nível de significância

PC: Peso de Cinzas

PNB: Parque Nacional de Bazaruto

PS: Peso Seco

PSLC: Peso Seco Livre de Cinzas

SIG: Sistema de Informação Geográfica

Tc: *Thalassodendron ciliatum*

Th: *Thalassia hemprichii*

TM: Thematic Mapper

UTM: Universal Transverse Mercator

LISTA DE FIGURAS

Figura-1. Mapa da Baía de Bazaruto (adaptado de: INAHINA, 1986).

Figura-2. Locais de amostragem de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

Figura-3. Percentagem de ocorrência das espécies de ervas marinhas, nas quadriculas amostradas na Baía de Bazaruto.

Figura-4. Percentagem de frequência das espécies de ervas marinhas em cada tapete na Baía de Bazaruto.

Figura-5 a). Mapa das comunidades de ervas marinhas da zona Norte da Baía de Bazaruto.

Figura-5 b). Mapa das comunidades de ervas marinhas da zona Sul da Baía de Bazaruto.

Figura-6. Biomassa média (peso seco livre de cinzas) das espécie de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

Figura-7. Biomassa média (peso seco livre de cinzas) dos tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

Figura-8. Percentagem da biomassa (peso seco livre de cinzas) acima e abaixo do substrato das espécies de ervas marinhas.

Figura-9. Percentagem da biomassa (peso seco livre de cinzas) das espécies de ervas marinhas, da componente acima e abaixo do substrato, por tapete.

Figura-10. Biomassa de ervas marinhas no peso seco e no peso seco livre de cinzas, acima e abaixo do substrato.

LISTA DE TABELAS

Tabela-1. Zona dos locais de amostragem, número em ordem dos tapetes estudados, número de amostras colhidas e espécies de ervas marinhas identificadas na Baía de Bazaruto.

Tabela-2. Número e percentagem com que as espécies de ervas marinhas ocorreram nos tapetes amostradas na Baía de Bazaruto.

Tabela-3. Coeficiente de similaridade binária de Jaccard para as espécies de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

Tabela-4. Comunidades de ervas marinhas na Baía de Bazaruto, determinada pelo método de similaridade binária de Jaccard.

Tabela-5. Comunidades de ervas marinhas, determinadas pelo método de escala de frequência nominal.

Tabela-6. Extensão ocupada pelas comunidades de ervas marinhas identificadas na Baía de Bazaruto.

Tabela-7. Factor de conversão do peso seco (PS) para peso seco livre de cinzas (PSLC), nas espécies de ervas marinhas.

LISTA DE ANEXOS

Anexo-1. Lista do material usado.

Anexo-2. Ficha de registo de dados.

Anexo-3. Mapas das imagens de Satélite (3) Landsat 7 ETM+, da Baía de Bazaruto.

Anexo-4. Quadrículas amostradas na Baía de Bazaruto e espécies nelas identificadas.

Anexo-5. Número de quadrículas e percentagem com que as espécies de ervas marinhas ocorreram nas quadrículas amostradas.

Anexo-6. Frequência com que as espécies de ervas marinhas ocorreram nas quadrículas por tapete amostrado.

Anexo-7. Coeficiente de similaridade binária de Jaccard para as espécies de ervas marinhas e as comunidades por ele formadas.

Anexo-8. Mapa com os pontos de amostragem de ervas marinhas.

Anexo-9. Mapa com as espécies de ervas marinhas que ocorrem em cada comunidade.

Anexo-10. ANOVA I. Teste comparativo da biomassa média (peso seco livre de cinzas) das espécie de ervas marinhas.

Anexo-11. ANOVA I. Teste comparativo da biomassa (peso seco livre de cinzas) dos tapetes de ervas marinhas.

Anexo-12. Biomassa média (peso seco livre de cinzas) dos tapetes de ervas marinhas..

Anexo-13. Mapa da biomassas dos tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

Anexo-14. Biomassa (peso seco livre de cinzas) das espécies de ervas marinhas, da componente acima e abaixo do substrato, por tapete.

RESUMO

O estudo da diversidade, distribuição e biomassa de ervas marinhas na Baía de Bazaruto foi realizado entre os meses de Novembro de 2004 e Fevereiro de 2005. As amostragens foram feitas em catorze locais da Baía de Bazaruto, durante a baixa-mar das marés vivas, em locais cuja profundidade não excedia 5 metros. As amostragens consistiram no registo das coordenadas do perímetro dos tapetes de ervas marinhas usando um GPS e na colecta de amostras de ervas marinhas, fazendo um transecto no interior dos tapetes.

As espécies de ervas marinhas identificadas foram, *Cymodocea rotundata*, *Halodule uninervis*, *Thalassodendron ciliatum*, *Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis* e *Nanozostera capensis*, sendo (que) as quatro primeiras muito frequentes. Em média ocorrem três à quatro espécies de ervas marinhas por tapete, havendo tapetes monoespecíficos constituídos por *Cymodocea rotundata* ou *Thalassodendron ciliatum*.

Dez comunidades de ervas marinhas ocorrem na Baía de Bazaruto. A zona Norte é dominada pela comunidade de *Thalassodendron ciliatum*, enquanto o Sul pela *Cymodocea rotundata*. A área de extensão das comunidades de ervas marinhas na Baía de Bazaruto é de cerca de 88,21 Km², sendo que 55,63 Km² são de tapetes cujas comunidades foram identificadas. As comunidades mais extensas foram de *Thalassodendron ciliatum* (45,5%) e de *Cymodocea rotundata* (32,6%) nas áreas identificadas, a menos extensa foi a comunidade de *Nanozostera capensis* (0,2%).

A maior biomassa média (Peso seco livre de cinzas) foi da espécie *Thalassodendron ciliatum* ($428,54 \pm 401,59 \text{ g.m}^{-2}$), seguida das espécies *Cymodocea rotundata* ($70,67 \pm 77,32 \text{ g.m}^{-2}$), *Thalassia hemprichii* ($42,61 \pm 41,81 \text{ g.m}^{-2}$), *Halodule uninervis* ($28,19 \pm 46,06 \text{ g.m}^{-2}$), *Nanozostera capensis* ($11,86 \pm 26,29 \text{ g.m}^{-2}$) e a espécie *Halophila ovalis* ($0,6 \pm 1,25 \text{ g.m}^{-2}$). Os tapetes com maior biomassa apresentam na sua constituição a espécie *Thalassodendron ciliatum* e, os que apresentam menor biomassa são os dominados pelas espécies *Halophila ovalis* e *Halodule uninervis*. Apenas as espécies *Thalassodendron ciliatum* e *Cymodocea rotundata*, apresentaram maior biomassa acima do substrato, e a diferença de biomassa entre os tapetes de ervas marinhas, para estas duas espécies, foi significativa.

ÍNDICE

Conteúdo	página
Agradecimentos.....	i
Dedicatória	ii
Declaração de honra.....	iii
Lista de abreviaturas.....	iv
Lista de figuras.....	vi
Lista de tabelas.....	vii
Lista de anexos.....	viii
Resumo.....	ix
Índice.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objectivos.....	4
2. ÁREA DE ESTUDO.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1. Diversidade e frequência de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.....	9
3.2. Mapeamento da distribuição de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.....	11
3.3. Quantificação da biomassa de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.....	13
3.4. Análise de dados.....	14
4. RESULTADOS.....	15
4.1. Diversidade, associação e comunidade de ervas na Baía de Bazaruto.....	15
4.2. Distribuição e extensão das comunidades de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.....	21
4.3. Biomassa de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.....	27
5. DISCUSSÃO.....	35
5.1. Diversidade e distribuição de ervas marinhas.....	35
5.2. Associação entre espécies de ervas marinhas e comunidades por elas formadas.....	39
5.3. Mapa da distribuição e extensão das comunidades de ervas marinhas.....	41
5.4. Biomassa de ervas marinhas.....	44
6. CONCLUSÕES.....	49
7. RECOMENDAÇÕES.....	51
8. BIBLIOGRAFIA.....	52
9. ANEXOS.....	57

1. INTRODUÇÃO

As ervas marinhas formam comunidades extensas na Baía de Bazaruto, local onde ocorre a maior população de dugongos na costa oriental da África, assim como grande concentração de tartarugas marinhas (Kemp, 2000). A estrutura da população de dugongos e as projecções do seu crescimento, está provavelmente dependente da extensão da área ocupada pelas ervas marinhas, sua distribuição, biomassa e diversidade, pois os dugongos alimentam-se exclusivamente de algumas espécies de ervas marinhas (Larkum *et al.*, 1989).

Ervas marinhas são angiospérmicas pertencentes ao grupo das monocotiledóneas (Bandeira, 1995), que habitam a zona "intertidal" e "subtidal" do meio marinho, colonizando bancos de areia à profundidades frequentemente não superiores à 10 metros (Kemp, 2000 & Sumich, 1992). Topograficamente, as ervas marinhas ocorrem em zonas de declive suave e de baixas condições hidrodinâmicas (Bandeira, 1995), formando tapetes homogêneos, ou associados aos corais e algas (Thompson *et al.*, 1986).

As comunidades de ervas marinhas constituem um dos ecossistemas aquáticos mais produtivos na biosfera e possuem muitos organismos associados (Gullström, 2002). As ervas marinhas providenciam alimento, abrigo e viveiro para diversos organismos, contribuem para a reciclagem de nutrientes e a estabilidade efectiva da linha da costa. Assim, a sua degradação poderá afectar a conservação da biodiversidade costeira (Larkum *et al.*, 1989 e Sumich, 1992).

A densa quantidade de rizomas e folhas contribui para a acumulação de nutrientes e detritos orgânicos criando em conjunto, um optimo local de habitação para espécies de epífitos, poliquetos e crustáceos. As ervas marinhas também servem como alimento básico para dugongos, tartarugas verdes e algumas espécies de aves migratórias (Sumich, 1992). Ao contrário das tartarugas verdes, que consomem apenas as folhas de ervas marinhas, os dugongos consomem toda a planta (Larkum *et al.*, 1989), e alimentam-se em tapetes situados à profundidade de 2 à 6 metros, consumindo frequentemente ervas dos géneros *Halodule*, *Halophila*, *Cymodocea* e *Nanozostera* (Kemp, 2000).

São conhecidas mundialmente 60 espécies de ervas marinhas dispersas ao longo da costa de vários países (Spalding *et al.*, 2003), distribuídas em 14 géneros (Sumich, 1992), abrangindo

mais regiões de clima tropical e temperado (Spalding *et al.*, 2003). 13 espécies de ervas marinhas ocorrem na região Oriental de África (assim como na costa Moçambicana) e, se agrupam nas Famílias Hydrocharytaceae, Zosteraceae, Cymodoceaceae e Ruppiaceae (Gullström *et al.*, 2002). Na região Norte de Moçambique, especificamente na Baía de Mecúfi, foram identificadas 10 espécies de ervas marinhas (Bandeira & António, 1996). No Sul de Moçambique, foram registadas 9 espécies de ervas marinhas na região da Ilha de Inhaca (Larkum *et al.*, 1989 e Bandeira, 2000). Na zona intertidal da costa Ocidental da Ilha de Bazaruto foram identificadas 6 espécies de ervas marinhas (Mafambissa, 2004).

Vários métodos são usados para o estudo e mapeamento de extensas áreas de vegetação. As fotografias aéreas e as imagens satélites já foram usadas para o mapeamento de vegetação, e ambas enquadram-se no âmbito da teledatação (Joaquim, 1997). A teledatação é a ciência ou arte de obter informações sobre as características físicas e biológicas de objectos, áreas ou fenómenos através de análise de dados com medições feitas, sem contacto material com elas (Ferrão, 2004).

O mapeamento de ervas marinhas com recurso ao GIS (Sistema de Informação Geográfico), consiste na interpretação digital de imagens de satélites que contêm este tipo de vegetação (Hashim *et al.*, 1997). Actualmente, a utilização de imagens satélites é a maneira mais efectiva e económica para a observação e estudos de recursos naturais de áreas muito vastas (Sausen, 2003 & Ferrão, 2004).

Os Satélites de Teledatação mais destacados são o Landsat TM e o SPOT (Coles & Short, 2001). As imagens Landsat TM têm uma resolução espacial de 30 metros (unidade mínima de informação de uma imagem-pixel) e contêm 7 bandas (Hashim *et al.*, 1997). O Satélite Landsat TM detecta os objectos nas bandas do espectro electromagnético: visível (0.45-0.65 μ m), infravermelho (0.70-1.25 μ m) e infravermelho próximo (1.55-1.75 μ m) (Ferrão, 2004). Estas características permitem efectuar estudos batimétricos, analisando a profundidade, a temperatura, qualidade da água e substrato (Ferrão, 2004 e Coles & Short, 2001). A banda azul permite a distinção dos objectos à cerca de 25 m de profundidade, a banda verde à 15 m e a vermelha a 5 m, a um nível de confiança de 95%, revelando a cor, a tonalidade, a textura e a configuração do objecto em causa (Green *et al.*, 2000). Por outro lado,

na banda 4 (infravermelho próximo) do Landsat TM a vegetação reflecte muita energia, aparecendo clara, o que possibilita mapeamento da vegetação e sua distinção de áreas sem vegetação (Ferrão, 2004).

A última geração do Satélite Landsat é o Satélite Landsat 7, ela capta imagens pelo sensor ETM+, possui a melhor relação custo/benefício, rápida sensibilidade, e também tem capacidade de cobertura de extensas áreas, com produto cartográfico a ser produzido facilmente (Leow *et al.*, 2000). A nebulosidade é um dos maiores problemas associados aos dados de satélite, pois dificulta a leitura das imagens (Leow *et al.*, 2000). A desvantagem de não se obter dados qualitativos da vegetação é ajustada pela recolha de dados no campo, que é feito com ajuda de um Sistema de Posicionamento Geográfico (GPS) (Ferrão, 2004).

O uso de imagens Landsat 7 TM para o mapeamento de ervas marinhas foi feito, no Quênia e Austrália (Leow *et al.*, 2000 & Dahdouh-Guebas, 1999), bem como em Moçambique, na Ilha de Inhaca e Costa do Sol (Balidy, 2003) e na Ilha de Moçambique e Nacala (Massingue, 2003).

Os primeiros autores a publicarem informações sobre ervas marinhas em Moçambique foram Moss (1937) e Cohen (1939) (citados por Bandeira, 2000).

Estudos mais recentes sobre ervas marinhas em Moçambique foram efectuados por, Bandeira (entre 1996 e 2000) que publicou vários artigos sobre este tipo de vegetação na Ilha de Inhaca, com ênfase para a espécie *Thalassodendron ciliatum*; Martins (1997), estudou a distribuição, estrutura e dinâmica da espécie *Nannozostera capensis* na Baía de Maputo, de Boer (2000) (citado por Bandeira, 2000), retratou a importância nutritiva das ervas marinhas na Ilha de Inhaca; Balidy (2003), abordou o papel das ervas marinhas e a sua degradação na zona da Costa do Sol e Ilha de Inhaca; Na zona entre-marés da região Ocidental da Ilha do Bazaruto foi estudada a distribuição, a biomassa e a diversidade das ervas marinhas (Mafambissa, 2004). Na zona Norte de Moçambique, em Mecúfi, foi estudada a distribuição de ervas marinhas na zona intertidal (Bandeira & António, 1996), enquanto que Massingue (2003) descreveu a biodiversidade e distribuição de ervas marinhas na Ilha de Moçambique e Nacala.

O presente trabalho pretende mapear os tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto, determinar a composição específica, a distribuição e biomassa dos tapetes de ervas marinhas. O estudo permitirá estimar a capacidade de carga de ervas marinhas na Baía de Bazaruto para as espécies protegidas, nomeadamente dugongos e tartarugas marinhas, que são a causa da proclamação do Parque Nacional de Bazaruto. Este trabalho irá contribuir também, para a melhoria do plano de manejo de ervas marinhas pelas autoridades do Parque Nacional de Bazaruto.

1.1. Objectivos

1.1.1. Objectivo geral

- Estimar a diversidade, distribuição, área de extensão e biomassa dos tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

1.1.2. Objectivos específicos

- Identificar a diversidade e distribuição dos tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.
- Determinar a área de extensão dos tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.
- Quantificar e comparar a biomassa das espécies e dos tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

2. ÁREA DE ESTUDO

A Baía de Bazaruto está situada na província de Inhambane, entre a costa dos distritos de Inhassoro à Vilanculos e o Arquipélago de Bazaruto (constituída pelas Ilhas de Bangué, Magaruque, Benguérua, Bazaruto e Santa Carolina) (Figura-1). Os seus limites geográficos são as latitudes de 21°30' S e 22°10' S e as longitudes de 35°15' E e 35°30' E (INAHINA, 1986). Grande parte da Baía de Bazaruto pertence ao Parque Nacional de Bazaruto, que tem finalidade de proteger dugongos, tartarugas marinhas e seus habitats (CDS-ZC, 2002).

A área da Baía de Bazaruto é de cerca de 1223 Km² (estimada apartir do programa Arcview), com pouco mais de 67 Km de comprimento e sua largura diminui de Norte para o Sul, de cerca de 24 Km até menos de 15 Km (DNFFB, 1998). A Baía tem profundidade máxima de cerca de 28 m (INAHINA, 1986). A zona Norte é a mais profunda, com canais navegáveis e, os mais importantes são os canais de Zenguelemo ao longo da Ilha de Bazaruto e, outro na Ilha de Santa Carolina (DNFFB, 1998), enquanto que na parte Sul a Baía é dominada por extensos bancos de areia. A Baía de Bazaruto tem acesso ao Oceano Índico na parte Norte, Sul e nos espaços entre as Ilhas (DNFFB, 1998).

Extensos bancos de ervas marinhas são encontrados na costa ocidental das Ilhas, podendo ser encontradas as espécies *Thalassodendron ciliatum*, *Thalassia hemprichii*, *Nanozostera capensis* e os géneros associados *Halophila* e *Cymodocea* (DNFFB, 1989).

O clima é tropical sub-húmido à húmido moderado, a temperatura ambiental média no período quente e húmido é de 30° e 18 °C no período frio e seco. A temperatura média anual é de 24°C (DNFFB, 1998).

A precipitação média anual, de acordo com os dados de Farol de Bazaruto entre os anos de 1953 e 1980 é de 956 mm; os meses de Dezembro à Março são os de maior precipitação, com valores superiores a 100 mm (DNFFB, 1998).

A salinidade da água é de 34.7 ppm no período quente e húmido e 35.4 ppm no período frio e seco (MICOA, 2000). A amplitude das marés é de aproximadamente 3 m durante a maré viva, com registos de 4.39 m durante o equinócio (MICOA, 2000).

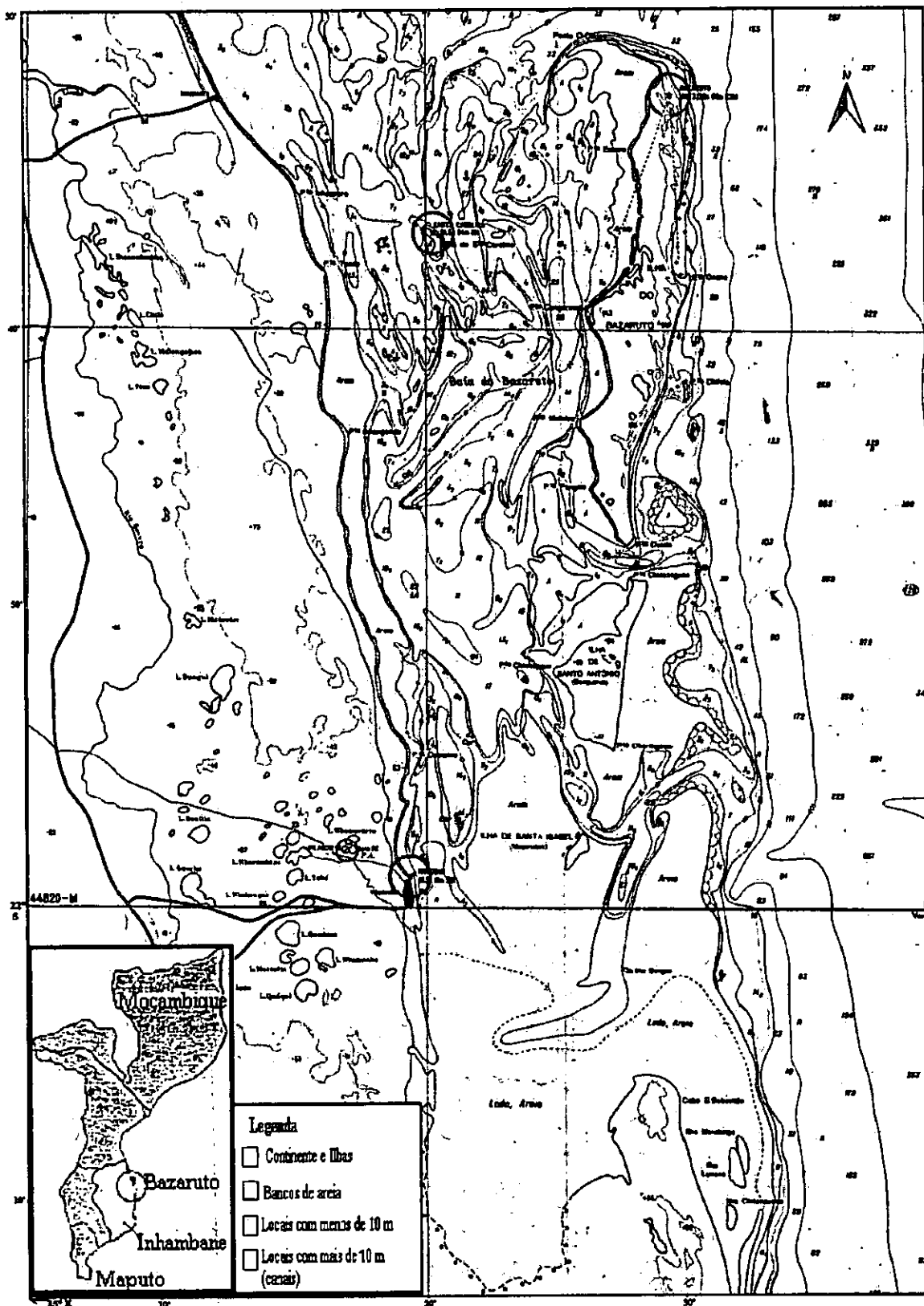


Figura-1. Mapa da Baía de Bazaruto (adaptado de: HINAHINA, 1986).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem realizou-se durante 24 dias entre os meses de Novembro de 2004 e Fevereiro de 2005 e consistiu na recolha de amostras nos tapetes de ervas marinhas situados na Baía de Bazaruto (lista do material em Anexo-1).

As áreas de amostragem foram seleccionadas de dois modos: i) através de análises das imagens satélite, onde se identificaram as áreas com possibilidade de ocorrência de ervas marinhas, pela coloração típica de vegetação e ii) através de uma observação aérea preliminar feita a bordo de um avião de marca "Airvan", com 7 lugares e motor de 300 hp, que sobrevoou toda a Baía de Bazaruto em Setembro de 2004.

Para o registo dos locais seleccionados no campo foi usado GPS de marca "Garmin etrex Venture", com precisão mínima de 6 metros e um mapa da Baía de Bazaruto (Figura-1).

A amostragem de ervas marinhas foi feita em catorze locais da Baía de Bazaruto, sendo quatro na zona Norte (distrito de Inhassoro) e dez na zona Sul (distrito de Vilanculos) (Figura-2), e consistiu: i) no registo das coordenadas do perímetro dos tapetes de ervas marinhas e ii) na colecta de amostras de ervas marinhas, no interior dos tapetes. Nos tapetes 2 e 13 apenas foram extraídas as coordenadas do perímetro devido ao estado do tempo.

A amostragem foi efectuada durante a baixa-mar das marés vivas em tapetes de ervas cuja profundidade não excedia 5 metros. Foram usadas Tabelas de marés (INAHINA 2003 e INAHINA, 2004), para planificar as horas de partida para o campo, de modo que se chegasse aos locais de amostragem ao menos cerca de uma hora antes da baixa-mar. A amostragem durou cerca de 5 horas por dia, incluindo a deslocação para as áreas de amostragem, que foi feita a bordo de um barco de fibra, de 3 metros de comprimento e com motor fora de bordo de marca Yamaha de 15 cavalos vapor (cv).

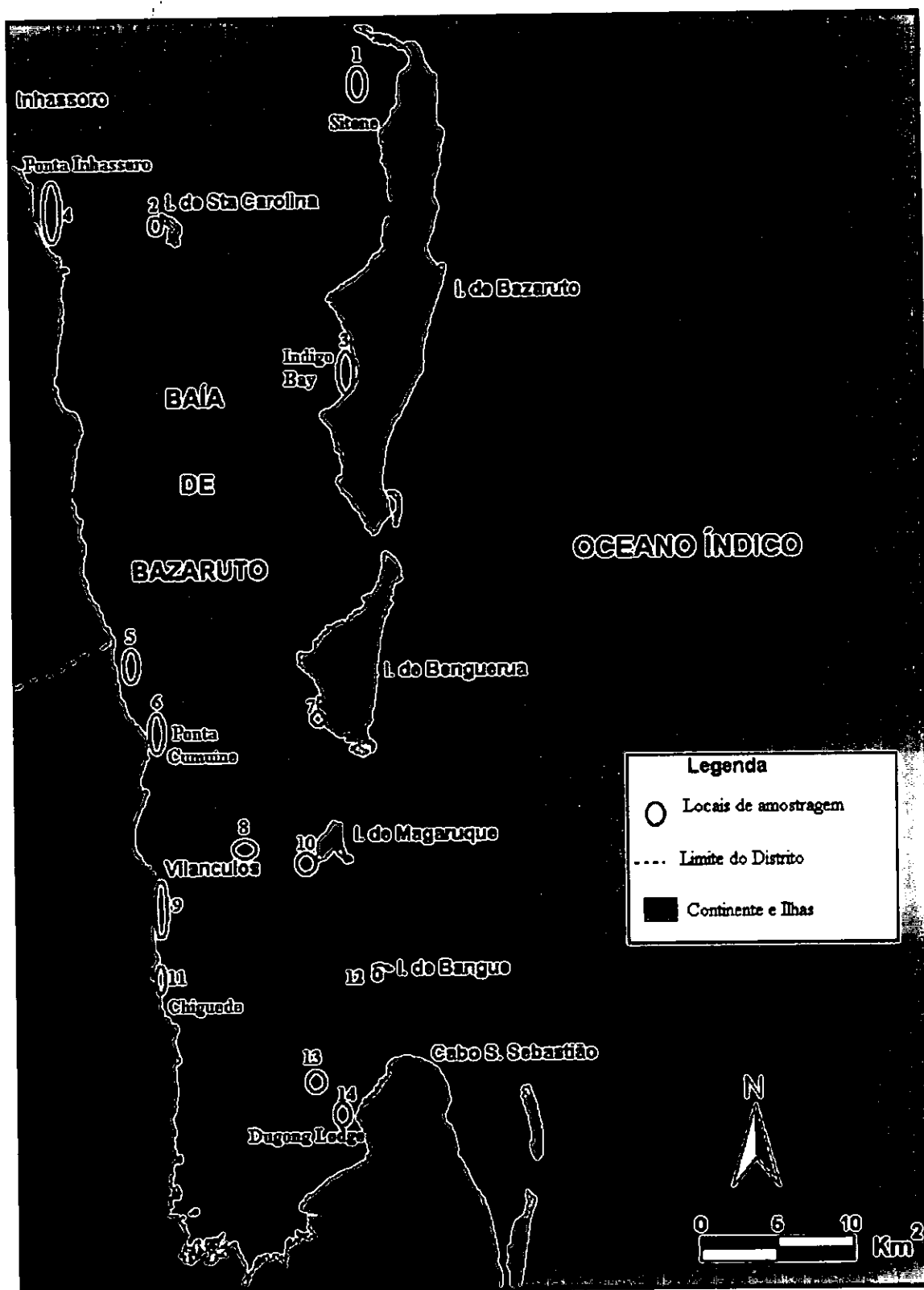


Figura-2. Os locais de amostragem de ervas marinhas na Baía de Bazaruto, estão enumerados e apresentam-se na forma arredondada.

3.1. Diversidade e frequência de ervas marinhas

Em cada tapete de ervas marinhas, foram extraídas amostras, das ervas marinhas em quadrículas dispostas ao longo de uma linha recta, que atravessava o tapete, unindo os bordos mais afastados. Ao longo desta linha cada ponto de amostragem distava 150 m do seguinte. Nestes pontos foram registadas as coordenadas geográficas usando um GPS e foram extraídas amostras de ervas marinhas em duas quadrículas de 0,2 x 0,2 m e, os dados foram registados nas fichas (Anexo-2). Em cada quadrícula, as ervas marinhas (toda a planta) foram retiradas cuidadosamente com ajuda de uma pá (até 10 cm de profundidade no substrato). Foram usados óculos de mergulho e respirador, em locais com mais de 30 cm de profundidade, para auxiliar a extracção das amostras.

Nos tapetes de ervas marinhas com transectos menores que 40 m, apenas foram extraídas duas amostras para a identificação das espécies, pois os objectos (tapetes) menores que 30 m de comprimento não são visíveis nas imagens satélites Landsat TM, devido a sua resolução (Ferrão, 1997).

Depois de colhidas, as ervas marinhas foram conservadas em sacos plásticos (Bakus, 1990) devidamente etiquetadas com papel vegetal, com indicação do número do tapete e o número da amostra, escritas à lápis de carvão.

Após o desembarque, as amostras de ervas marinhas de cada quadrícula foram limpas num balde com água para retirar o sal e o solo aderente às raízes e rizomas, e usou-se uma faca para retirar os epífitos que fixam-se junto ao caule e as folhas (Bandeira, 1997). As ervas marinhas de cada quadrícula foram separadas em espécies, e foram identificadas usados os guias de campo Richmond (1997) e Coles & Short (2001). A seguir, as amostras de ervas marinhas foram conservadas para análises laboratoriais, em Maputo, no Departamento de Ciências Biológicas (DCB).

Os dados de ocorrência das ervas marinhas nas amostras, foram registadas nas fichas (Anexo-2). A sua frequência nas amostras foi calculada usando a fórmula seguinte (Krebs, 1989):

$$F = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Onde:

F= frequência das espécies nas quadrículas amostradas;

n= número de quadrículas amostradas no tapete onde a espécie ocorre e;

N= número total de quadrículas amostradas no tapete.

O nível de associação entre as espécies de ervas marinhas na Baía de Bazaruto foi determinado usando o coeficiente de similaridade binária de Jaccard. A associação foi analisada entre espécies (aos pares), em todas quadrículas amostradas.

As comunidades de ervas marinhas em cada tapete foram definidas usando, o método de similaridade binária de Jaccard (excepto nos tapetes com apenas uma espécie, a sua comunidade foi designada pela espécie que os compunham). Este método consiste no registo das espécies presentes nas quadrículas amostradas e, no cálculo do grau de associação entre duas espécies através da seguinte fórmula (Krebs, 1989):

$$S_j = \frac{a}{a + b + c}$$

a - o número comum de quadrículas onde ocorrem as espécies A e B

b - o número de quadrículas onde somente ocorre a espécie A e não a espécie B

c - o número de quadrículas onde somente ocorre a espécie B e não a espécie A

Onde: S_j - o Coeficiente de similaridade de binária de Jaccard

O coeficiente de similaridade binária de Jaccard varia de 0 a 1, quando é igual a "0" assume-se que não existe nenhuma associação entre as espécies e "1" quando existe completa associação entre as espécies. Neste trabalho assumiu-se que as espécies estão associadas quando o Coeficiente de similaridade é maior ou igual a 0,5.

3.2. Mapeamento da distribuição e área de extensão de ervas marinhas

O mapeamento da distribuição de ervas marinhas foi efectuado com auxílio de três imagens Satélite (imagem: números 959, 974 e 990, com escala de 1:50000) (Anexo-3), adquiridas no CENACARTA (Centro Nacional de Cartografia e Teledatação). Estas imagens foram obtidas pelo Satélite Landsat 7 ETM+, no dia 17 de Abril de 2002, durante a baixa mar e sem nebulosidade. Cada imagem ocupa uma área de 25 Km² e as três imagens perfazem um total de 75 Km de comprimento.

Durante a amostragem, em cada local confirmado com ervas marinhas no campo, foram registadas as coordenadas do perímetro de alguns tapetes de ervas marinhas, mediante a deslocação ao longo dos bordos, com GPS programado para o efeito, isto é, usando a função route, que traçou automaticamente percurso do pesquisador em redor dos tapetes de ervas marinhas, para a determinação da área. As coordenadas geográficas dos locais de amostragem foram também registadas usando a função do GPS, save waxpoint. O número do ponto de amostragem (waxpoint) e o respectivo tapete eram registado na Ficha de dados (Anexo-2).

As coordenadas geográficas do perímetro dos tapetes amostrados e dos locais de amostragem de ervas marinhas, foram transformados do sistema de coordenadas LAT/LON para o sistema de coordenadas UTM (sistema de coordenadas métricos e cartesiano), no programa "SIG-ArcView 3.2" e foram sobrepostas as imagens Satélite, usando a opção "add theme".

No programa "ArcView 3.2", usando a rotina "Seed tools" da extensão "Image Analysis" foram identificados os elementos das bandas da imagem que correspondiam aos tapetes de ervas marinhas. Foi feita a classificação supervisionada dos tapetes, que consistiu no uso de dados da composição específica, para classificar os tapetes visíveis na imagem. Neste programa foram classificados também, os pixels (unidade de imagem) com características semelhantes aos pixels com ervas marinhas, nas áreas de ocorrência de ervas marinhas, que no entanto não foram abrangidas pelas amostragens no campo. Os locais que não foram abrangidos pela amostragem no campo, a sua composição foi determinada com auxílio de dados extraídos por Mafambissa (2004).

A identificação de cada espécie dominante para a identificação das comunidades foi feita através do método de frequência nominal da ocorrência das ervas marinhas. A escala deste método é a seguinte:

- presente (se a espécie ocorre em menos de 30% das quadrículas);
- frequente (se a espécie ocorre entre 30% à 70% das quadrículas) e;
- altamente frequente (se a espécie ocorre em mais de 70% das quadrículas amostradas).

Cada tapete foi designado pelas espécies que foram altamente frequentes. Contudo, nos casos de duas ou três espécies co-dominantes, o tapete foi designado pelo conjunto dessas espécies (Greigh-Smith, 1964 citado por Bandeira & António 1996).

Os mapas das comunidades de ervas marinhas foram produzidos a partir da digitalização manual e da digitalização automática das manchas dos tapetes de ervas marinhas, usando o programa "GIS-Arc View 3.2" e, a análise das imagens de satélite foi feita usando a extensão "Image Analysis" (Balidy, 2003).

A área das comunidades de ervas marinhas, assim com a área ocupada pelos tapetes de ervas marinhas por confirmar foi determinada na programa "ArcView", usando a extensão EXT32, que automaticamente estima a extensão ocupada pelos tapetes de ervas marinhas em Km², (do mesmo modo foi estimada a área da Baía de Bazaruto).

3.3. Quantificação da biomassa das espécies e dos tapetes de ervas marinhas

Após a identificação e separação das espécies de ervas marinhas de cada amostra, as espécies de cada quadrícula foram separadas em duas partes: acima do substrato (caule e folhas) e abaixo do substrato (raízes e rizomas) (Ott, 1990 citado por Martins, 1997), e foram conservadas em envelopes etiquetados, com: o número do tapete, número da amostra, espécie e parte acima ou abaixo do substrato.

Para a obtenção do peso seco (PS), as amostras foram secas na estufa de marca Memmerte, 80 °C, no laboratório de Ecologia do DCB, durante 48 horas (Cloes & Short, 2001). Depois deixou-se as amostras arrefecerem no interior da estufa, para evitar o ganho de humidade. O PS foi obtido pela pesagem das espécies separadas por partes, numa balança analítica de marca "AND", com precisão de 0.01g, e depois estes pesos foram convertidos para gramas por metro quadrado (g/m^2) (pela divisão de cada valor pelo factor 0,04).

Para a obtenção do peso seco livre de cinzas (PSLC), as amostras secas na estufa foram postas em cadinhos e incineradas, durante 3 horas na mufla de marca "GallenKamp e Vecstar" à 550 °C (Cloes & Short, 2001), no laboratório de Ecologia do DCB. Após a incineração, os cadinhos passaram pelo exicador de cadinhos. Depois, as amostras incineradas foram pesadas numa balança analítica obtendo-se assim, o peso de cinzas (PC). O PSLC foi obtido pela subtração do PS pelo PC de cada amostra (Coles & Short, 2001), usando a fórmula abaixo, e o resultado foi depois convertidos para gramas por metro quadrado (g/m^2) (pela divisão de cada valor pelo factor 0,04).

$$\text{PSLC} = \text{PS} - \text{PC}$$

Onde: PSLC = peso seco livre de cinzas
PS = peso seco
PC = peso de cinzas

3.4. Análise de dados

A associação entre as espécies de ervas marinhas, para a definição das comunidades nos tapetes foi analisada usando o coeficiente de similaridade binário de Jaccard (Krebs, 1989).

As comunidades de ervas marinhas usadas para o mapeamento foram examinadas usando a escala de frequência nominal (Greigh-Smith, 1964 citado por Bandeira & António 1996).

A distribuição das comunidades de ervas marinhas na Baía de Bazaruto e a distribuição das espécies nas comunidades obteve-se mediante a projecção de dados registados pelo GPS no programa ArcView 3.2 (Webb & Blackmore, 1985). A classificação dos locais com composição similar a das ervas marinhas em volta destas comunidades foi feita usando a rotina "Seed tools" na extensão "Image Analysis".

Análise estatística da biomassa das espécies e dos tapetes de ervas marinhas foram feitas no programa Statistix, versão 2.0 e no programa SPSS versão 11.0 respectivamente. A biomassa total dos tapetes de ervas marinhas e a biomassa de cada espécie nos tapetes foram comparadas usando o teste ANOVA I (Fowler & Cohen, 1996), e no caso de diferenças significativas usou-se a comparação múltipla LSD ao nível de significância de 0,05, e teve-se em conta o número total de quadrículas.

4. RESULTADOS

4.1. Diversidade, associação e comunidade de ervas marinhas

Foram identificadas seis espécies de ervas marinhas pertencentes à três famílias, nas 114 quadrículas amostradas em 19 tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto (Anexo-4). As espécies identificadas foram: *Cymodocea rotundata* Ehrenb. et Hempr. ex Aschers., *Halodule uninervis* (Forsk.) Aschers. in Bossier e *Thalassodendron ciliatum* (Forsk.) den Hartog (CYMODOCEAE); *Halophila ovalis* (R.Br) Hook. f., e *Thalassia hemprichii* (Ehrenb.) Aschers. In Petermann (HYDROCHARITACEAE); e *Nanozostera capensis* Setchell (ZOSTERACEAE).

Quatro tapetes de ervas marinhas foram identificadas como monoespecíficas (de acordo com a metodologia usada), e as espécies registadas são a *Cymodocea rotundata* e *Thalassodendron ciliatum*. Apenas em um tapete ocorreram as seis espécies identificadas (Tabela-1). Em média ocorrem quatro espécies de ervas marinhas por tapete na zona Norte (Distrito de Inhassoro) e, três espécies por tapetes na zona Sul (Distrito de Vilanculos) da Baía de Bazaruto.

Tabela-1. Zona dos locais de amostragem, número dos tapetes estudados, número de amostras colhidas e espécies de ervas marinhas identificadas na Baía de Bazaruto. (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum* e Th=*Thalassia hemprichii*).

Zona	Locais	Nº do tapete	Nº de amostras	Nº de espécies	Espécies de ervas marinhas
Norte Distrito de Inhassoro	1.Norte Sitone	14	5	2	Tc,Th
	2.Ilha de Sta. Carolina	12	5	6	Cr,Ho,Hu,Nc,Tc,Th
		13*	-	-	-
	3.Indigo Bay	15	5	1	Tc
4.Ponta Inhassoro	11	9	5	Cr, Ho, Hu, Tc, Th	
Sul Distrito de Vilanculos	5.Limite entre Vilanculos e inhassoro	7	10	3	Cr, Tc, Th
		8	5	3	Cr, Nc, Tc
	6.Ponta Comuine	9	2	1	Tc
	7.Benguerua	5	5	2	Cr, Th
		6	2	1	Tc
	8.Entre Vilanculos e Magaruque	10	11	1	Cr
	9.Sede de Vilanculos	3	8	4	Cr, Nc,Tc,Th
		4	6	5	Cr,Hu,Nc,Tc,Th
	10.Magaruque	17	10	4	Cr,Ho,Hu, Th
	11.Chiguede	1	12	5	Cr,Hu,Nc,Tc,Th
		2*	-	-	-
	12.Bangue	16	4	2	Ho,Th
	13.Próximo ao Dugong Lodge	19	9	3	Cr,Hu,Th
	14.Dugong Lodge	18	5	4	Cr,Ho,Hu,Th

Nota: *Neste local apenas foi demarcado o perímetro do tapete.

As espécies *Cymodocea rotundata* e *Thalassia hemprichii* foram as mais comuns, e ocorreram em 42 e 41% das quadrículas, seguidas das espécies *Thalassodendron ciliatum* que ocorreu em 36%, *Halodule uninervis* em 30% e por último as espécies *Halophila ovalis* e *Nanozostera capensis* que ocorreram cada uma em 10% das quadrículas amostradas (Figura-3 e Anexo-5).

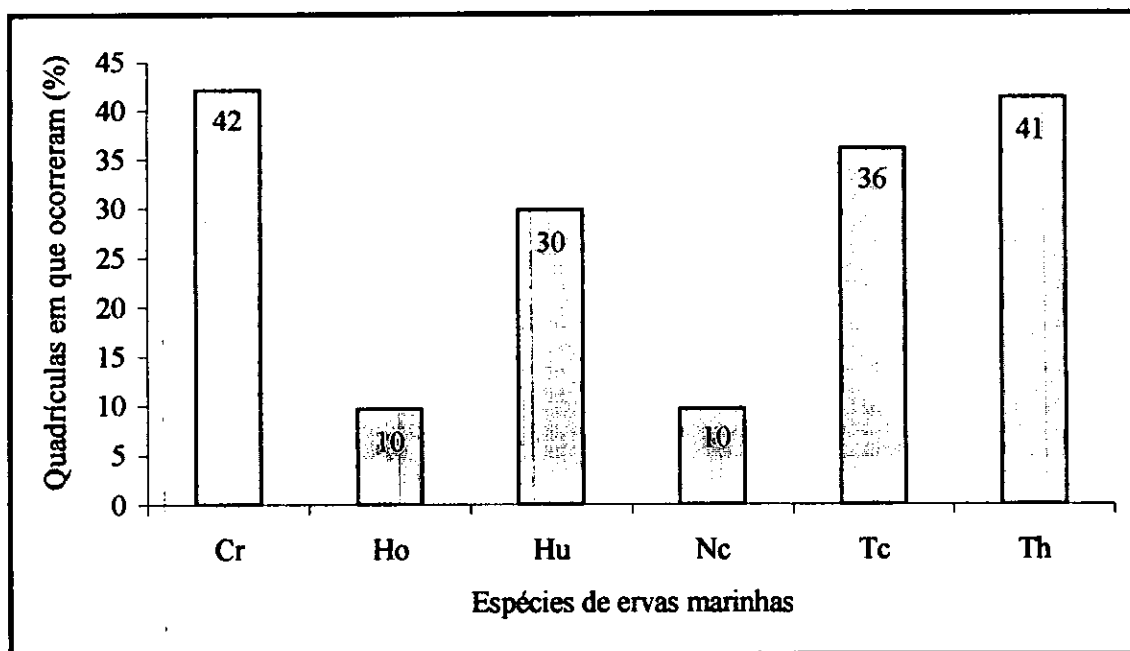


Figura-3. Percentagem de ocorrência de espécies de ervas marinhas nas quadrículas amostradas na Baía de Bazaruto (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum* e Th=*Thalassia hemprichii*).

A percentagem de ocorrência das espécies de ervas marinhas nos tapetes amostrados na Baía de Bazaruto, é apresentada na Tabela-2 e Figura-4.

As espécies *Cymodocea rotundata* e *Thalassia hemprichii* ocorreram em mais tapetes na Baía de Bazaruto (71%). A espécie *Thalassodendron ciliatum* ocorreu em 65% dos tapetes, tendo sido a única espécie identificada nos tapetes 6, 9 e 15 (Anexo-6).

A espécie *Halodule uninervis* ocorreu em 41% dos tapetes amostrados. As espécies *Nanozostera capensis* e *Halophila ovalis* ocorreram em 29% dos tapetes amostrados (Anexo-6).

Tabela-2. Número e percentagem com que as espécies de ervas marinhas ocorreram nos tapetes amostrados na Baía de Bazaruto. (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum* e Th=*Thalassia hemprichii*).

Espécies de ervas marinhas	Cr	Ho	Hu	Nc	Tc	Th
Nº de tapetes amostrados (17)	12	5	7	5	11	12
% de tapetes amostrados	70,6	29,4	41,2	29,4	64,7	70,6

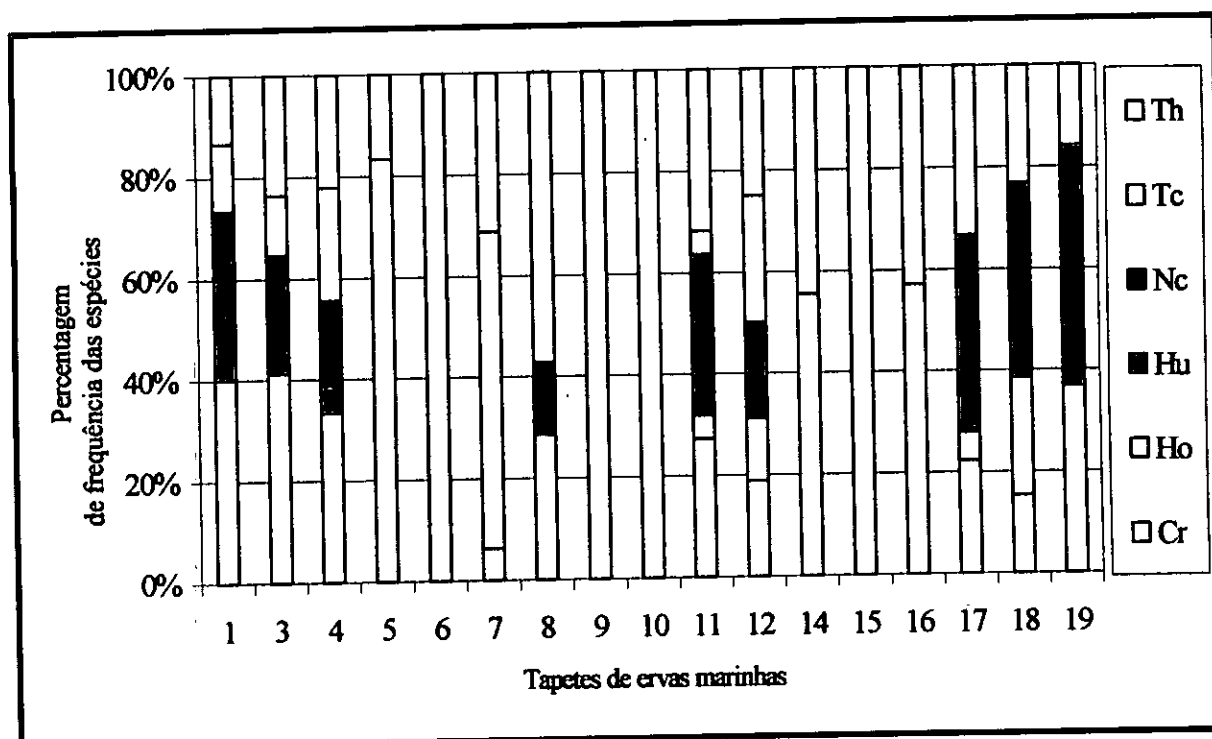


Figura-4. Percentagem de frequência das espécies de ervas marinhas em cada tapete na Baía de Bazaruto. (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum* e Th=*Thalassia hemprichii*).

Associação entre as espécies de ervas marinhas na Baía de Bazaruto

Os níveis de associação mais altos entre as espécies de ervas marinhas identificadas na Baía de Bazaruto, ocorreram entre: *Cymodocea rotundata*/*Halodule uninervis* (Sj=0,31), *Halodule uninervis*/*Thalassia hemprichii* (Sj=0,30) e *Cymodocea rotundata*/*Thalassia hemprichii* (Sj=0,22). Não houve associação entre *Nanozostera capensis*/*Halophila ovalis*, *Nanozostera*

capensis/*Halodule uninervis* e *Thalassodendron ciliatum*/*Halophila ovalis*. A associação entre as restantes espécies de ervas marinhas na Baía de Bazaruto é menor que 0,20 (Tabela-3).

Tabela-3. Coeficiente de similaridade binária de Jaccard para as espécies de ervas marinhas na Baía de Bazaruto. (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum*, Th=*Thalassia hemprichii*).

Espécies de erva marinhas	Cr	Ho	Hu	Nc	Tc	Th
Cr		0,01	0,31	0,14	0,07	0,22
Ho			0,17	0,00	0,03	0,19
Hu				0,00	0,00	0,30
Nc					0,08	0,07
Tc						0,16
Th						

Comunidades de ervas marinhas nos tapetes amostrados na Baía de Bazaruto

As comunidades de ervas marinhas foram determinadas através do método de similaridade binária de Jaccard, originou onze tipos de comunidades de ervas marinhas nos tapetes amostrados na Baía de Bazaruto (Tabela-4 e Anexo-7), nomeadamente:

Cymodocea rotundata, *Cymodocea rotundata*/*Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata*/*Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis*/*Thalassia hemprichii*, *Thalassodendron ciliatum*, *Thalassodendron ciliatum*/*Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*/*Nanozostera capensis*/*Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis*/*Halodule uninervis*/*Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*/*Nanozostera capensis*, *Halophila ovalis*/*Halodule uninervis*, *Halodule uninervis*/*Thalassia hemprichii*.

Nos tapetes 01 e 05, as espécies de ervas marinhas, associam-se a um nível muito baixo ($S_j < 0,5$), ou seja, não formam comunidades segundo o método de similaridade binária de Jaccard.

Tabela-4. Comunidades de ervas marinhas na Baía de Bazaruto, determinada pelo método de similaridade binária de Jaccard. (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum*, Th=*Thalassia hemprichii*).

Tapete	Comunidade	Nível de similaridade
01	-----	Baixa
03	<i>Cymodocea rotundata/Nanozostera capensis/Thalassia hemprichii</i>	Média
04	<i>Cymodocea rotundata/Nanozostera capensis/Thalassia hemprichii</i>	Média
05	-----	Baixa
06	<i>Thalassodendron ciliatum</i>	Tapete monoespecífico
07	<i>Thalassodendron ciliatum/Thalassia hemprichii</i>	Média
08	<i>Cymodocea rotundata/Nanozostera capensis</i>	Média
09	<i>Thalassodendron ciliatum</i>	Tapete monoespecífico
10	<i>Cymodocea rotundata</i>	Tapete monoespecífico
11	<i>Cymodocea rotundata/Halodule uninervis e Cymodocea rotundata/Thalassia hemprichii</i>	Média
12	<i>Cymodocea rotundata/Halodule uninervis, Halophila ovalis/Halodule uninervis/Thalassia hemprichii e Cymodocea rotundata/Thalassia hemprichii</i>	Alta para Cr/Th
14	<i>Thalassodendron ciliatum/Thalassia hemprichii</i>	Alta
15	<i>Thalassodendron ciliatum</i>	Tapete monoespecífico
16	<i>Halophila ovalis/Thalassia hemprichii</i>	Alta
17	<i>Cymodocea rotundata/Halodule uninervis</i>	Média
18	<i>Halodule uninervis/Thalassia hemprichii e Halophila ovalis/ Halodule uninervis</i>	Média
19	<i>Cymodocea rotundata/Halodule uninervis</i>	Alta

Nota: $S_j < 0,5$: Similaridade baixa entre as espécies de ervas marinhas.

$S_j \approx 0,5$: Similaridade média entre as espécies de ervas marinhas.

$S_j > 0,7$: Similaridade alta entre as espécies de ervas marinhas.

4.2. Distribuição e extensão das comunidades de ervas marinhas

Os tapetes de ervas marinhas amostrados na Baía de Bazaruto apresentaram oito comunidades (definidas pelo método de frequência nominal durante a realização deste trabalho) (Tabela-5), nomeadamente: *Cymodocea rotundata*; *Cymodocea rotundata/Halodule uninervis*; *Cymodocea rotundata/Halodule uninervis/Thalassia hemprichii*; *Halophila ovalis/Thalassia hemprichii*; *Halodule uninervis*; *Halodule uninervis/Thalassia hemprichii*; *Thalassodendron ciliatum* e; *Thalassodendron ciliatum/Thalassia hemprichii* (Anexo-6).

Tabela-5. Comunidades de ervas marinhas, determinadas pelo método de escala de frequência nominal (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum*, Th=*Thalassia hemprichii*, X=presente, XX=frequente, XXX=altamente frequente).

Tapetes amostrados	Zona da baía	Espécies de ervas marinhas						Tipo de Comunidade
		Cr	Ho	Hu	Nc	Tc	Th	
1	Sul	XX	-	X	X	X	X	Cr
3	Sul	XXX	-	-	XX	X	XX	Cr
4	Sul	XXX	-	X	XX	XX	XX	Cr
5	Sul	XXX	-	-	-	-	X	Cr
6	Sul	-	-	-	-	XXX	-	Tc
7	Sul	X	-	-	-	XXX	XX	Tc
8	Sul	XX	-	-	X	XXX	XX	Tc
9	Sul	-	-	-	-	XXX	-	Tc
10	Sul	XXX	-	-	-	-	-	Cr
11	Norte	XX	X	XXX	-	X	XXX	Hu/Th
12	Norte	XX	XX	XX	X	XXX	XXX	Tc/Th
14	Norte	-	-	-	-	XXX	XXX	Tc/Th
15	Norte	-	-	-	-	XXX	-	Tc
16	Sul	-	XXX	-	-	-	XXX	Ho/Th
17	Sul	XX	X	XX	-	-	XX	Cr/Hu/Th
18	Sul	XX	XX	XXX	-	-	XX	Hu
19	Sul	XXX	-	XXX	-	-	XX	Cr/Hu

Mais duas comunidades diferentes de ervas marinhas foram registadas na Baía de Bazaruto por Mafambissa (2004), comunidade de *Nanozostera capensis* e comunidade de *Thalassia hemprichii*, ambas no Norte do Ocidente da Ilha de Bazaruto.

Na zona Norte da Baía de Bazaruto foram identificadas 5 comunidades (incluindo as comunidades identificadas por Mafambissa, em 2004), *Halodule uninervis/Thalassia hemprichii*; *Nanozostera capensis*, *Thalassodendron ciliatum*, *Thalassodendron ciliatum/Thalassia hemprichii* e *Thalassia hemprichii* e, é dominada por tapetes formados por comunidades de *Thalassodendron ciliatum* (Figura-5.a).

Na zona Sul da Baía, foram identificadas igualmente 5 comunidades de ervas marinhas, *Cymodocea rotundata*; *Cymodocea rotundata/Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata/Halodule uninervis/Thalassia hemprichii*; *Halophila ovalis/Thalassia hemprichii*; *Halodule uninervis* e *Thalassodendron ciliatum*. Os tapetes mais frequentes têm apenas uma espécie a dominar e, é na zona da Sul da Baía que existem extensas áreas, com ervas marinhas que ainda não foram identificadas (Figura-5.b).

Em Anexo-8, está apresentado o mapa com os pontos onde foram confirmados a existência de ervas marinhas na Baía de Bazaruto, tanto os pontos colhidos neste trabalho, assim como os extraídos por Mafambissa (2004).

Em Anexo-9, está apresentado o mapa com as espécies que ocorrem em cada comunidade de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

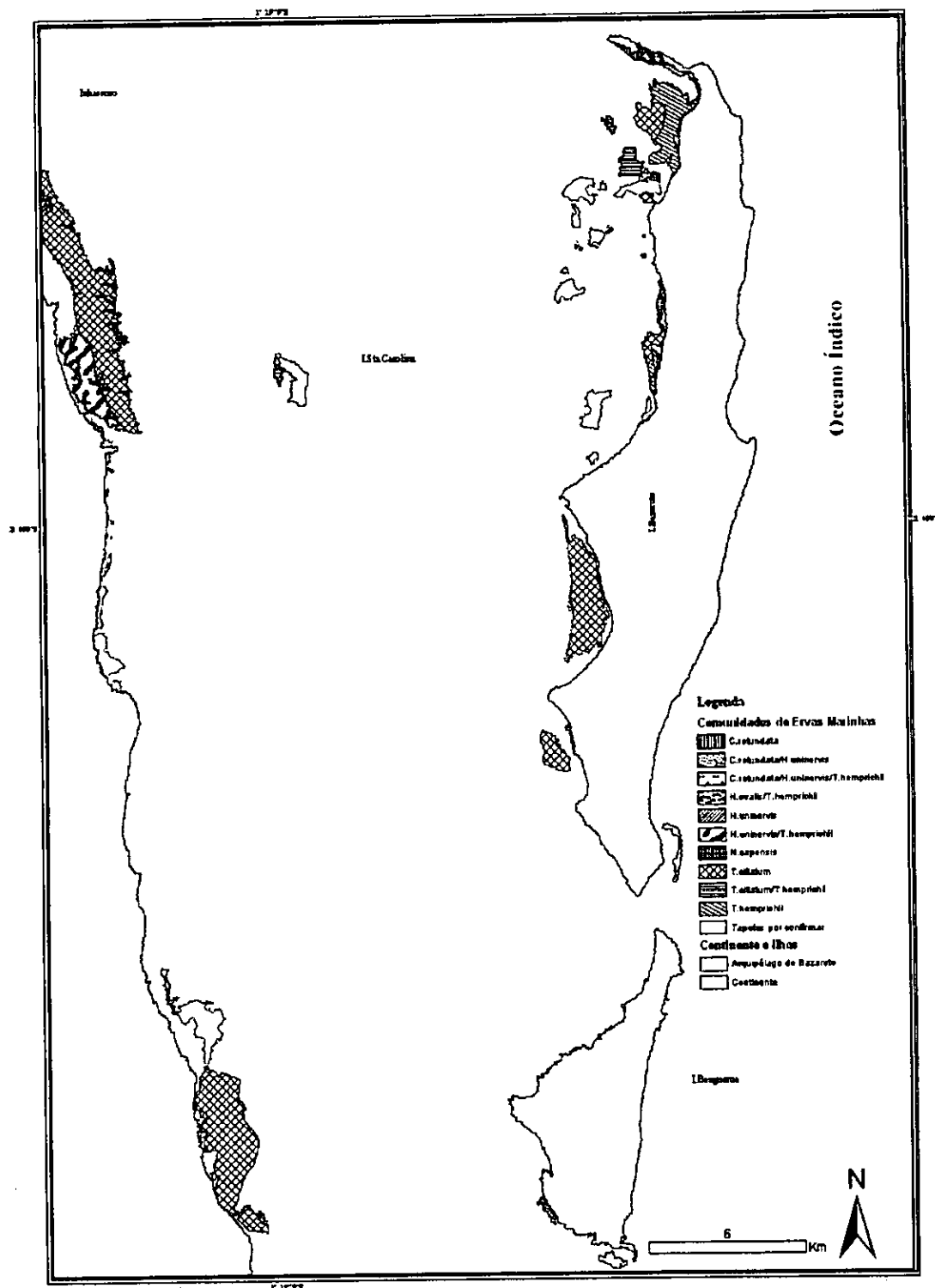


Figura-5. a) Mapa das comunidades de ervas marinhas no Norte da Baía de Bazaruto.

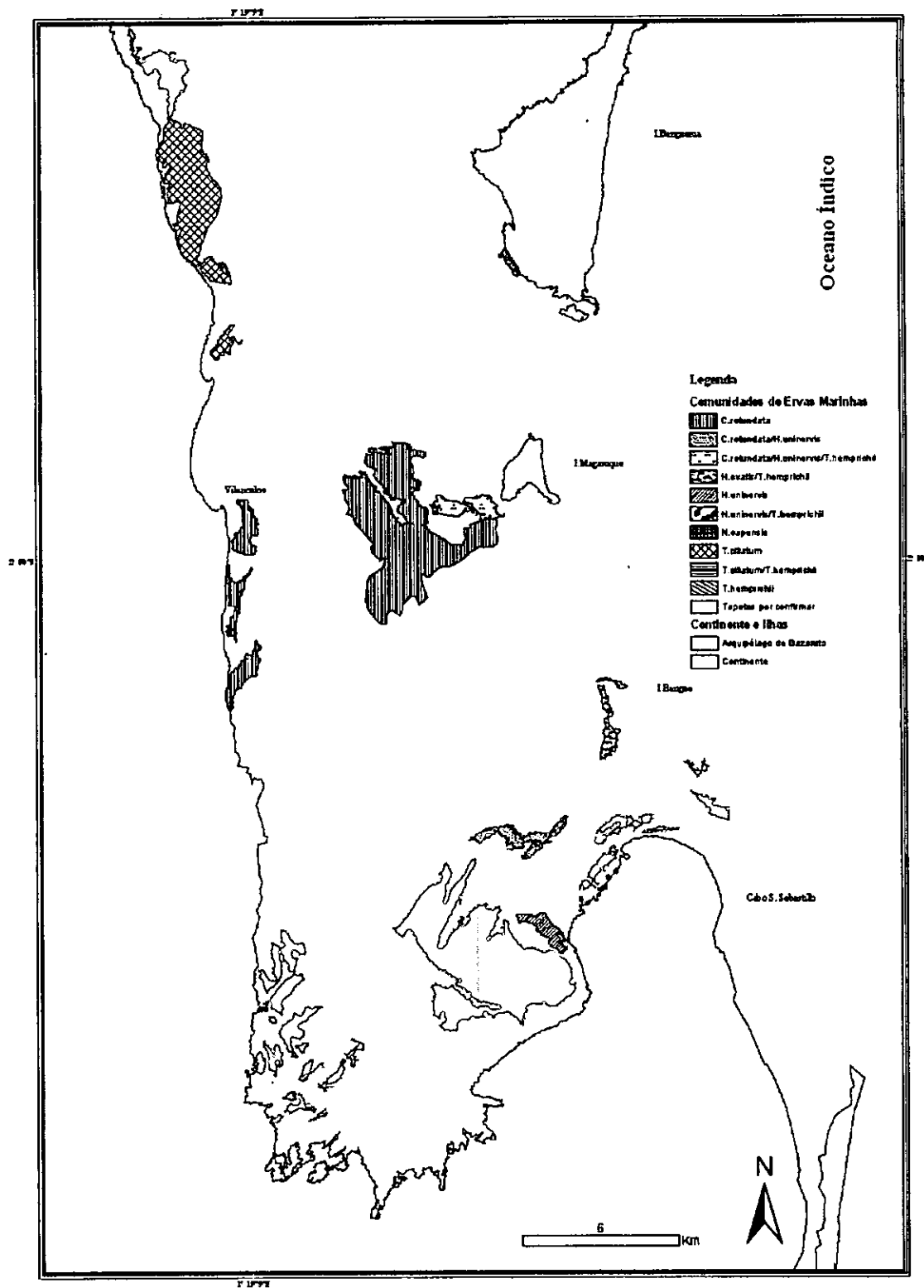


Figura-5. b) Mapa das comunidades de ervas marinhas no Sul da Baía de Bazaruto.

A área de extensão dos tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto é de cerca de 88,21 Km², sendo que 55,79 Km² são de tapetes cujas comunidades foram identificadas e, os tapetes não identificados ocupam cerca de 32,58 Km² (Tabela-6).

As comunidades de *Thalassodendron ciliatum* são as mais extensas, ocupam 45,5% da área identificada e, ocorrem numa vasta área próxima a Sede do distrito de Inhassoro, próximo ao Indigo Bay, uma pequena área na costa central da Ilha do Bazaruto, no Sul da Ilha de Bazaruto, no Sul da Ilha de Benguérua e na Ponta Comúine (Tabela-6).

As comunidades de *Cymodocea rotundata* ocupam uma faixa no Norte da Ilha de Bazaruto (na Ponta D. Carlos), no Sul da Baía, próxima da sede do distrito de Vilanculo e Oeste da Ilha de Magaruque, e uma pequena extensão no Sul da Ilha de Benguérua, e corresponde a 32,6% da área total identificada (Tabela-6).

As outras comunidades não ocupam mais de 10% da área identificada. A comunidade de *Thalassia hemprichii* ocupa cerca de 6,0% da área identificada, a *Halodule uninervis/Thalassia hemprichii* 5,5%. As comunidades de *Cymodocea rotundata/Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata/Halodule uninervis/Thalassia hemprichii* e *Thalassodendron ciliatum/Thalassia hemprichii* ocupam cerca de 2,3% da área identificada (Tabela-6).

As comunidades de *Halodule uninervis*, *Halophila ovalis/Thalassia hemprichii* e *Nanozostera capensis* foram as menos extensas na Baía de Bazaruto ocupando entre 1,70-0,11% da área identificada (Tabela-6).

Tabela-6. Extensão ocupada pelas comunidades de ervas marinhas identificadas na Baía de Bazaruto.

Comunidades de ervas marinhas	Area (Km ²)	Area (%)	Locais de ocorrência (%)
1- <i>T.ciliatum</i>	25,31	45,5	A sul da sede do distrito de Inhassoro, próximo ao Indigo Bay, costa central e à sul da Ilha de Bazaruto, na Ilha de Benguéria e na P. Comúine.
2- <i>C.rotundata</i>	18,16	32,6	Norte da Ilha de Bazaruto (na Ponta D. Carlos), na sede do distrito de Vilanculo, à Oeste da Ilha de Magaruque, e uma pequena extensão na Ilha de Benguerua.
3- <i>T.hemprichii</i>	3,35	6,0	Norte da Ilha de Bazaruto.
4- <i>H.uninervis/T.hemprichii</i>	3,08	5,5	Próxima ao Sul da sede de Inhassoro.
5- <i>C.rotundata/H.uninervis</i>	1,29	2,3	Próxima a do Dugong Lodge.
6- <i>C.rotundata/H.uninervis/T.hemprichii</i>	1,27	2,3	Próxima a Ilha de Magaruque.
7- <i>T.ciliatum/T.hemprichii</i>	1,20	2,2	Ilha de Santa Carolina, próxima à Sitone e uma pequena faixa no costa central da Ilha de Bazaruto
8- <i>H.uninervis</i>	0,94	1,7	Na região do Dugong Lodge
9- <i>H.ovalis/T.hemprichii</i>	0,91	1,6	Sitone e próxima à Ilha de Bangué
10- <i>N.capensis</i>	0,11	0,2	Próxima à Sitone
Area total das comunidades	55,63	100,0	63,1
Area total por confirmar	32,58		36,9
Area total estudada	88,21		100,0

4.3. Biomassa de ervas marinhas na Baía de Bazaruto

Biomassa das espécies de ervas marinhas identificadas

As biomassas das espécies de ervas marinhas (peso seco livre de cinzas) diferem significativamente (Anova I: $F=15,99$; $g=5,96$; $P=0,000$) (Anexo-10). A maior biomassa média na Baía de Bazaruto foi da espécie *Thalassodendron ciliatum* ($428,54 \pm 401,59 \text{ g.m}^{-2}$). A espécie *Cymodocea rotundata* ocupou o segundo lugar ($70,67 \pm 77,32 \text{ g.m}^{-2}$), seguida das espécies *Thalassia hemprichii* ($42,61 \pm 41,81 \text{ g.m}^{-2}$), *Halodule uninervis* ($28,19 \pm 46,06 \text{ g.m}^{-2}$), *Nanozostera capensis* ($11,86 \pm 26,29 \text{ g.m}^{-2}$) e a espécie *Halophila ovalis* foi a que apresentou a menor biomassa média ($0,6 \pm 1,25 \text{ g.m}^{-2}$) (Figura-6). A biomassa da espécie *Thalassodendron ciliatum* é que difere das outras espécies (LDS), formando dois grupos diferentes (Anexo-10).

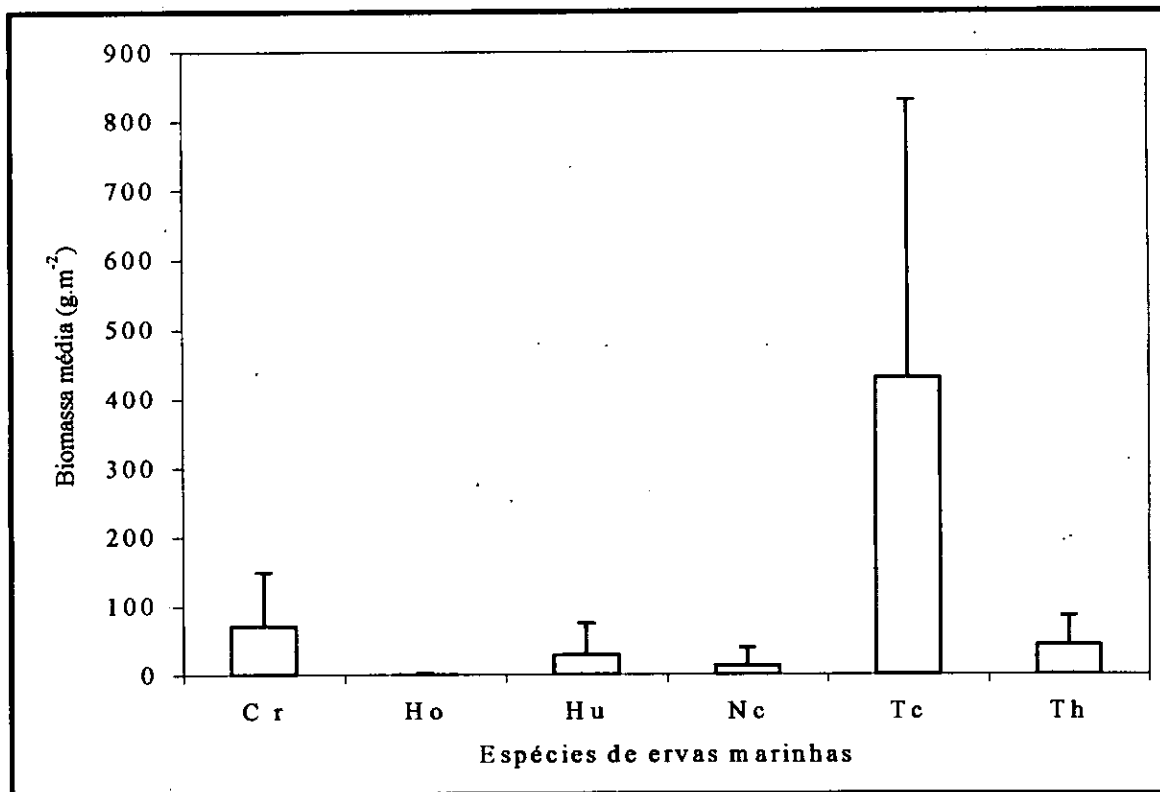


Figura-6. Biomassa média (peso seco livre de cinzas) das espécies de ervas marinhas na Baía de Bazaruto (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum* e Th=*Thalassia hemprichii*).

Biomassa dos tapetes de ervas marinhas amostrados

A biomassa média (peso seco livre de cinzas) foi significativamente diferente entre os tapete de ervas marinhas (Anova I: $F=5,458$; $gl=16,95$; $P=0,000$; $\alpha=0,05$) (Anexo-11). O tapete 08 foi significativamente diferente dos outros (LSD). A biomassa dos tapetes amostrados na Baía de Bazaruto (peso seco livre de cinzas) está ilustrada na Figura-7 e Anexo-12. O mapa com as biomassas dos tapetes de ervas marinhas que ocorrem na Baía de Bazaruto estão apresentados no Anexo-13.

Os tapetes 06, 07, 08, 09, 12, 14 e 15 apresentaram maiores biomassa ($450-1160 \text{ g.m}^{-2}$), e são dominados pela espécie *Thalassodendron ciliatum*.

Os tapetes 01, 03, 04, 05, 10, 11 e 19 apresentam biomassa que variava entre 120 à 425 g.m^{-2} , são constituídos por diferentes espécies de ervas marinhas, sendo a mais frequentes a *Cymodocea rotundata* e *Thalassia hemprichii*.

Os tapetes 16, 17 e 18 apresentaram as menores biomassas, e são constituídas pelas espécies *Halophila ovalis* e *Halodule uninervis*, que apresentam baixa biomassa.

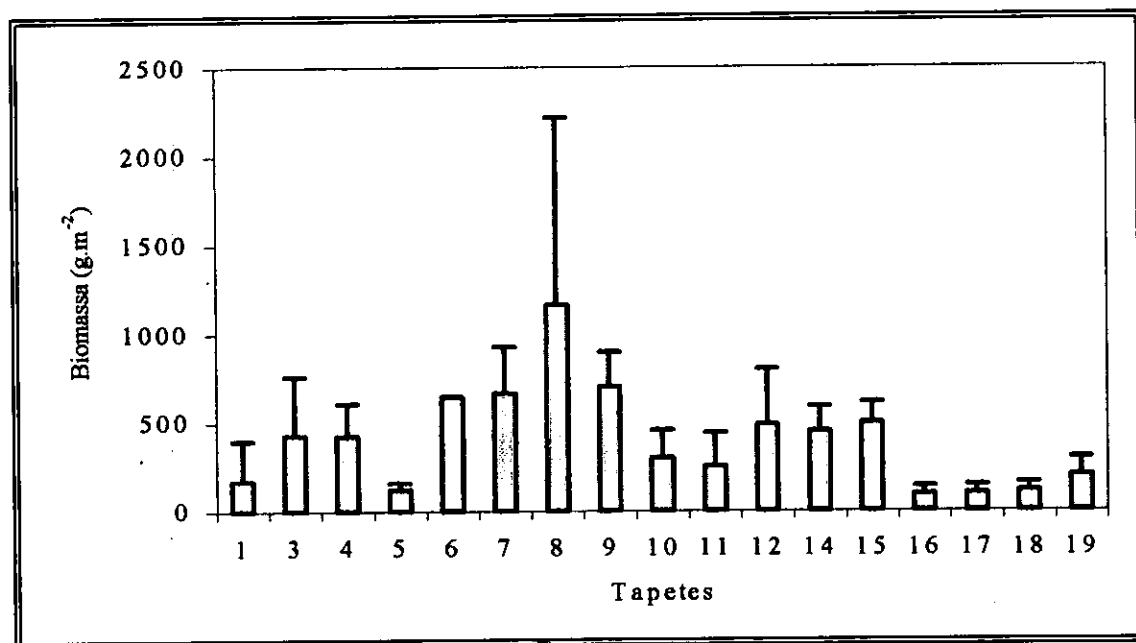


Figura-7. Biomassa média (peso seco livre de cinzas) dos tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

Biomassa das componentes acima e abaixo do substrato das espécies de ervas marinhas

A biomassa das espécies, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Nanozostera capensis*, *Thalassodendron ciliatum* e *Thalassia hemprichii* foi maior abaixo do substrato do substrato (mais de 50% da biomassa total), enquanto que as espécies *Cymodocea rotundata* e *Thalassodendron ciliatum* tiveram maior biomassa na componente acima do substrato (Figura-8).

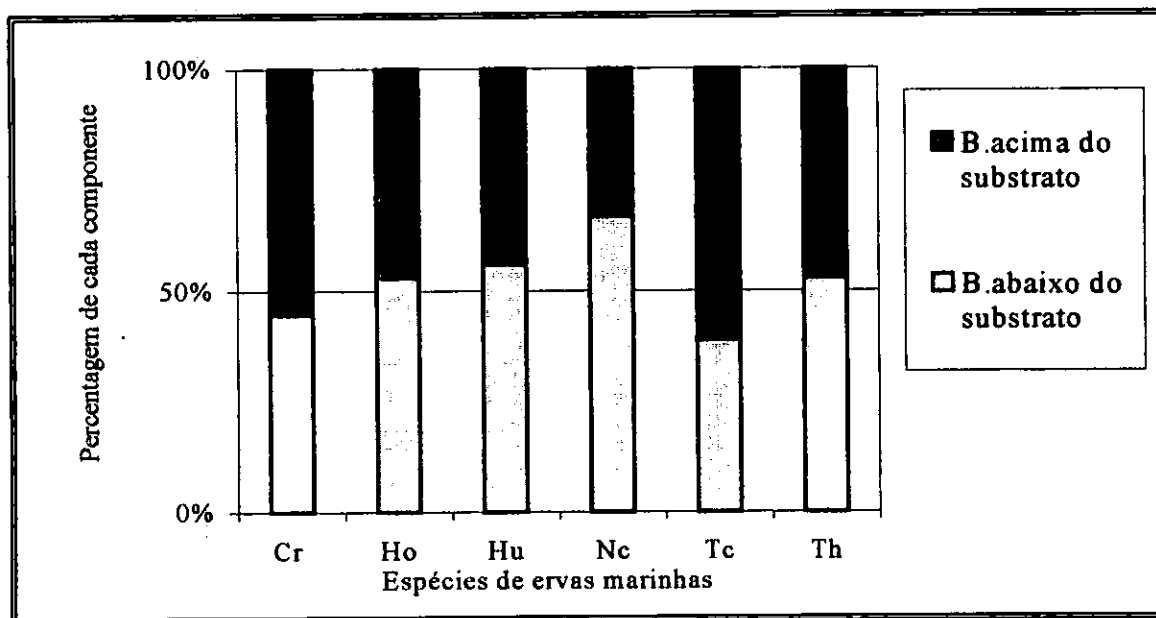


Figura-8. Percentagem da biomassa (peso seco livre de cinzas) acima e abaixo do substrato das espécies de ervas marinhas na Baía de Bazaruto. (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum* e Th=*Thalassia hemprichii*).

A percentagem de biomassa de cada componente das espécies de ervas marinhas, acima e abaixo do substrato, por tapete está ilustrado na Figura-9 e as respectivas biomassa estão apresentadas no Anexo-14.

A espécie *Cymodocea rotundata*, ocorreu em 12 tapetes, nos tapetes 03, 04, 10 e 17 a sua biomassa acima do substrato foi menor que 50% da biomassa total (Figura-9. "a").

A espécie *Halophila ovalis* ocorreu em cinco tapetes e, nos tapetes 16 e 17 a sua biomassa acima do substrato foi menor que 45% da biomassa total (Figura-9. "b").

Em todos (sete) tapetes onde ocorreu a espécie *Halodule uninervis* apresentou maior biomassa abaixo do substrato (Figura-9 "c").

A espécie *Nanozostera capensis*, que ocorreu em cinco tapetes, apenas no tapete 01 apresentou maior biomassa acima do substrato (Figura-9. "d").

A espécie *Thalassodendron ciliatum*, que ocorreu em 11 tapetes, apenas nos tapetes 04, 08 e 15 a sua biomassa acima do substrato foi menor que 50% (Figura-9. "e").

A espécie *Thalassia hemprichii*, ocorreu em 12 tapetes e, a sua biomassa acima do substrato, foi inferior a biomassa abaixo do substrato apenas nos tapetes 03, 16, 11 e 19 (Figura-9. "f").

As diferenças de biomassa não foram significativas para as espécies, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Nanozostera capensis* e *Thalassia hemprichii* ($P > 0,05$) tanto na comparação feita entre as biomassas acima do substrato, como na comparação feita entre as biomassas abaixo do substrato.

A biomassa da espécie *Cymodocea rotundata* apresentou diferenças entre os tapetes, na comparação feita na biomassa acima do substrato (Anova 1: $F=3,263$; $gl=10,48$; $P=0,003$), assim como na comparação feita abaixo do substrato (Anova 1: $F=4,548$; $gl=10,48$; $P=0,000$). Estas variações ocorreram em relação ao tapete 08, apresentou alto valor em relação aos demais.

Para a espécie *Thalassodendron ciliatum* existiram diferenças significativas entre a biomassa de todos tapetes de ervas marinhas na componente abaixo do substrato (Anova 1: $F=3,644$; $gl=9,30$; $P=0,004$).

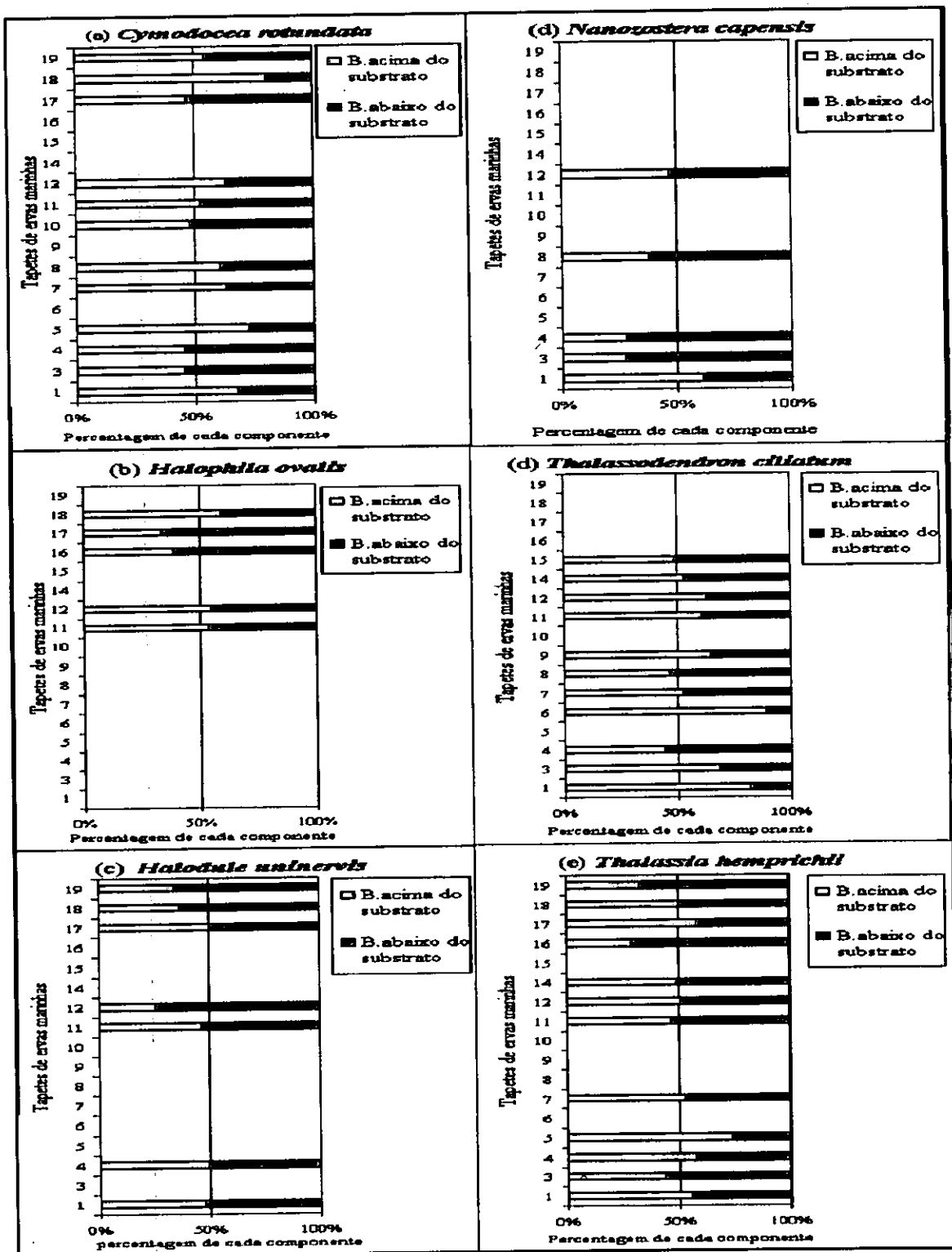


Figura-9. Percentagem da biomassa (peso seco livre de cinzas) das espécies de ervas marinhas, da componente acima e abaixo do substrato, por tapete.

Biomassa das ervas marinhas acima e abaixo do substrato, do peso seco e do peso seco livre de cinzas.

A espécie *Thalassodendron ciliatum* apresentou maior taxa de conversão entre o peso seco e o peso seco livre de cinzas, seguida das espécies *Nanozostera capensis*, *Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii* e por último a espécie *Halophila ovalis* com menor taxa de conversão (Tabela-7 e Figura-10).

A espécie *Cymodocea rotundata* apresentou 87,51 ($\pm 61,49$) g PS.m⁻² acima do substrato dos quais 65,8% são de PSLC e dos 68,09 ($\pm 58,65$) g PS.m⁻² abaixo do substrato, 68,1% são de PSLC (Figura-11"a").

A espécie *Halophila ovalis* apresentou 2,08 ($\pm 0,80$) g PS.m⁻² acima do substrato dos quais 52,91% são de PSLC e dos 2,89 ($\pm 0,55$) g PS.m⁻² abaixo do substrato, 42,83% são de PSLC (Figura-10"a").

A espécie *Halodule uninervis* apresentou 44,47 ($\pm 29,69$) g PS.m⁻² acima do substrato dos quais 68,39% são de PSLC e dos 57,35 ($\pm 40,06$) g PS.m⁻² abaixo do substrato, 66,55% são de PSLC (Figura-10"a").

A espécie *Nanozostera capensis* apresentou 19,20 ($\pm 11,72$) g PS.m⁻² acima do substrato dos quais 76,24% são de PSLC e dos 39,08 ($\pm 28,54$) g PS.m⁻² abaixo do substrato, 74,40% são de PSLC (Figura-10"a").

A espécie *Thalassodendron ciliatum* apresentou 545,26 ($\pm 228,86$) g PS.m⁻² acima do substrato dos quais 74,40% são de PSLC e dos 309,23 ($\pm 195,23$) g PS.m⁻² abaixo do substrato, 83,04% são de PSLC (Figura-10"a").

A espécie *Thalassia hemprichii* apresentou 53,55 ($\pm 29,26$) g PS.m⁻² acima do substrato dos quais 53,33% são de PSLC e dos 57,51 ($\pm 38,89$) g PS.m⁻² abaixo do substrato, 55,29% são de PSLC (Figura-10"a").

Tabela-7. Factor de conversão do peso seco (PS) para peso seco livre de cinzas (PSLC), nas espécies de ervas marinhas. (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum* e Th=*Thalassia hemprichii*).

Factor de conversão PS/PSLC (%)			
Espécie	B.acima do substrato	B.abaixo do substrato	Média
Cr	65,76	68,1	66,93
Ho	52,91	42,83	47,87
Hu	68,39	66,55	67,47
Nc	76,24	74,4	75,32
Tc	74,4	83,04	78,72
Th	53,33	55,29	54,31

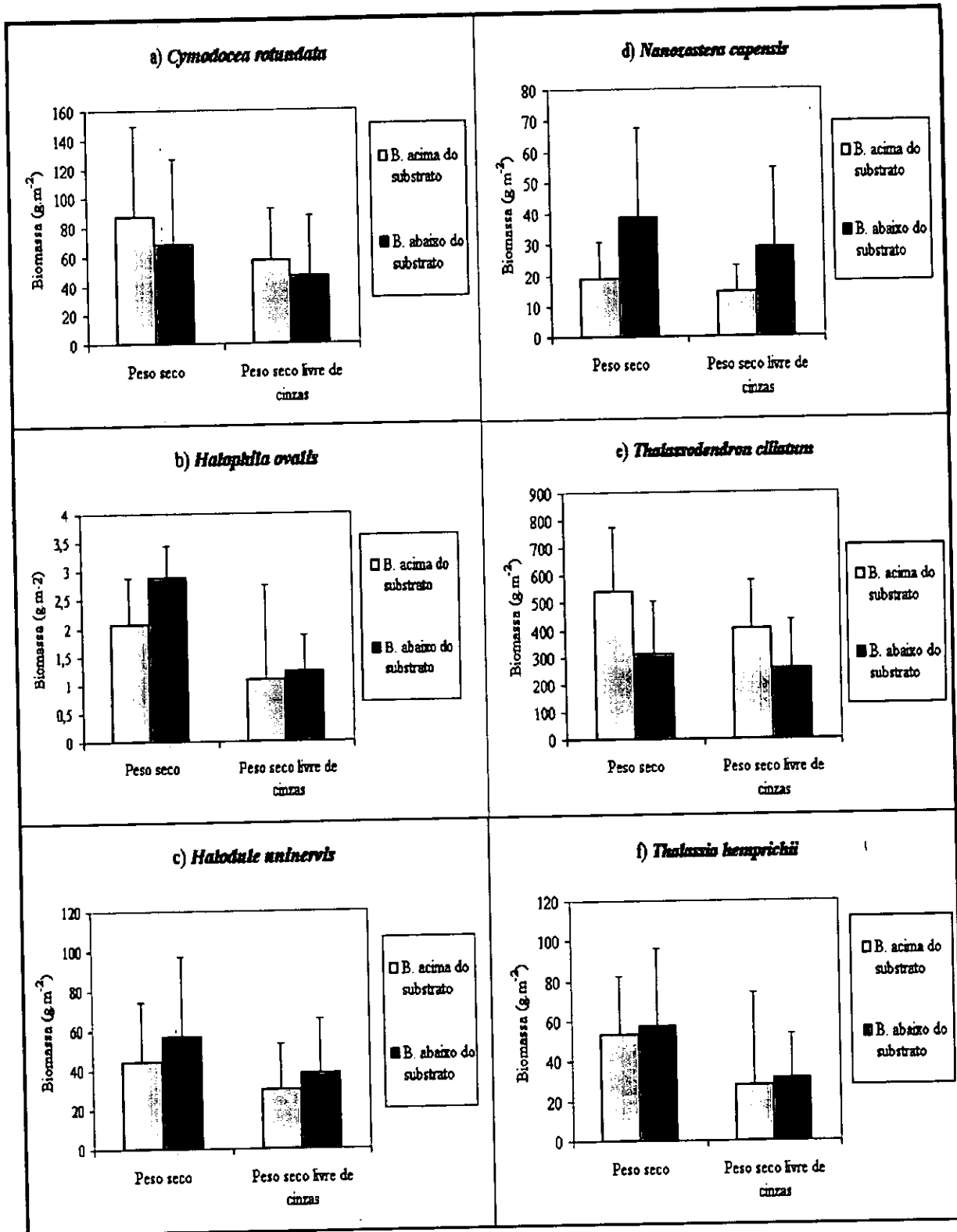


Figura-10. Biomassa de ervas marinhas no peso seco e peso seco livre de cinzas, acima e abaixo do substrato.

5. DISCUSSÃO

5.1. Diversidade e distribuição de ervas marinhas

Seis espécies de ervas marinhas foram identificadas nos tapetes amostrados na Baía de Bazaruto, durante este estudo: *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Nanozostera capensis*, *Thalassodendron ciliatum* e *Thalassia hemprichii* (Tabela-1 e Anexo-4). As espécies de ervas marinhas registadas em outros estudos feitos na Baía de Bazaruto são: *Cymodocea serrulata*, que foi registada no Sul da Costa Ocidental da Ilha de Bazaruto (Mafambissa, 2004), *Syringodium isoetifolium* (Bandeira & Gell, 2003) e *Halodule wrightii* (Bandeira, 2000), que foram registadas em Inhassoro. Neste estudo estas três espécies não foram encontradas possivelmente por terem uma distribuição restrita, ou por serem espécies raras neste local.

O facto da amostragem ter sido feita em intervalo de 150 m uma da outra e, as espécies que ocorrem nesse intervalo não foram registadas podem igualmente ter contribuído para a falta de registo destas três espécies durante a amostragem.

A diversidade de ervas marinhas na Baía de Bazaruto, corresponde a 15% das espécies no Mundo (Spalding *et al.*, 2003) e, 69% das espécies de ervas marinhas da região da África Oriental e também de Moçambique (Gullström *et al.*, 2002).

A Baía de Bazaruto possui a mesma diversidade de espécies de ervas marinhas que a Baía de Maputo/Ilha de Inhaca (nove espécies), provavelmente por estes locais serem protegidos das acções das ondas oceânicas pelas ilhas, e consequentemente apresentarem baixas condições hidrodinâmicas e a profundidade de ambas ser geralmente menor que 20 m excepto em canais (Guissamulo, 1993 e HINAHINA, 1986). Nos dois locais, a amplitude máxima de marés geralmente não ultrapassa os 4 m (MICOA, 2000 e Bandeira, 2002) e, o sedimento é maioritariamente arenoso (Martins, 1997 e Mafambissa, 2004). Estas condições são favoráveis para as espécies de ervas marinhas registadas nestas regiões (Phillips & Meñez, 1988).

A Baía de Bazaruto possui baixa diversidade em relação à Ilha de Moçambique e Nacala onde ocorrem 12 espécies de ervas marinhas (Massinga, 2003) e, Arquipélago das Quirimbas e Baía

de Mecufi onde ocorrem 10 espécies de ervas marinhas (Bandeira & António, 1996). As espécies *Halophila minor*, *Halophila stipulacea* e *Enhalus acoroides* foram identificadas nos locais acima referidos no entanto, não ocorrem na Baía de Bazaruto. A espécie *Halophila stipulacea* habita favoravelmente em locais com solo coberto por corais, enquanto a espécie *Halophila minor* tolera sedimentos grossos (Phillips & Meñez 1988). Apesar da Baía de Bazaruto apresentar sedimento arenoso, e com alguns locais lodoso, o que é favorável a espécie *Enhalus acoroides*, esta espécie não ocorre neste local (ver item seguinte "Distribuição").

Distribuição

A distribuição das espécies de ervas marinhas identificadas na Baía de Bazaruto, não é uniforme, e em cada tapete, ocorrem 3 à 4 espécies em média. As espécies com distribuição ampla foram: *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Thalassodendron ciliatum* e *Halodule uninervis* (Figura-3 e Figura-4). As espécies *Thalassia hemprichii* e *Thalassodendron ciliatum* já foram referenciadas como comuns nesta região por Bandeira (2000), Mafambissa (2004) e DNFFB (1989), e são espécies comuns ao longo da costa moçambicana (Bandeira & Gell, 2003).

A dominância das espécies de ervas marinhas varia ao longo da costa Moçambicana: contrariamente ao que acontece na Baía de Bazaruto, no Arquipélago de Quirimbas, a espécie dominante é *Enhalus acoroides* (Gell, 1999 citado por Mafambissa, 2004). Esta espécie também foi registada na Tanzania e no Quênia (Gullström *et al.*, 2002). Ela não é de ampla distribuição e cresce em locais profundos (Isaac & Isaac, 1968). Esta distribuição poderá estar relacionada a temperatura, pois no Arquipélago de Quirimbas e na Baía de Mecufi onde esta espécie já foi registada, a temperatura média da água é de 31°C (Bandeira & António, 1996), enquanto que a Baía de Bazaruto apresenta temperatura média de 24°C (DNFFB, 1989).

As espécies *Thalassia hemprichii* e *Halodule wrightii* dominam a Baía de Mecufi (Bandeira & António, 1996), a região entre a Ilha de Moçambique e Nacala é dominada pela espécie *Thalassia hemprichii* (Massinga, 2003), e a Ilha de Inhaca é dominada por *Thalassia hemprichii* e *Halodule wrightii* (Bandeira, 2000). Esta dominância da espécie *Thalassia hemprichii* nos locais acima citados, coincide com os resultados obtidos neste trabalho, e em

algumas regiões do Oeste do Oceano (Gullström, 2002). *Thalassia hemprichii* é uma espécie que facilmente forma densas áreas (Isaac & Isaac, 1968), tem uma rápida capacidade de proliferação e longevidade (McMillan e Meseley, 1967).

As espécies menos frequentes na Baía de Bazaruto foram *Halophila ovalis* e *Nanozostera capensis* (Figura-3 e Figura-4). A espécie *Nanozostera capensis* ocorreu apenas no Sul desta Baía, próxima a Sede do distrito de Vilanculos (Tabela-2). Esta espécie é típica da zonas intertidal, onde há variações extremas de salinidade, ocorrendo também próxima a estuários e, em lagoas onde podem atingem maiores comprimentos (Martins, 1997).

Na costa da cidade de Maputo a espécie mais comum é a *Nanozostera capensis* (Martins, 1997 e Bandeira, 2000), contrastando com a Baía de Bazaruto. A Baía de Maputo que cobre a costa desta cidade recebe directamente água dos rios Maputo e Incomate, e também do estuário do Espírito Santo, formado pela confluência dos rios Tembe, Umbelúzi e Matola (Guissamulo, 1993 citado por Balidy, 2003).

A baixa frequência desta espécie na Baía de Bazaruto demonstra que, ela não encontra neste local um ambiente favorável para o seu estabelecimento, visto que nesta Baía não existem rios de grande porte a desagurem (Afonso & Halare, 2001). Esta região possui a capacidade de rápida recuperação da intrusão de massa de água doce (descarga da água da chuva e águas fluviais), o que sugere que a baía apresenta alta taxa de troca com a região oceânica (Afonso & Halare, 2001), conseguindo manter assim a sua salinidade.

Na zona entre-marés do Ocidente da Ilha de Bazaruto a espécie *Nanozostera capensis* ocorreu em vários locais (Mafambissa, 2004), e no pequeno local onde esta espécie dominou, apresenta baixa influência de correntes visto que a sua geometria permite formar uma barreira (Ponta D. Carlos) atenuando a circulação vinda do Norte, e neste local há entrada de água doce e sedimentos muito finos (observação pessoal)

Apesar da espécie *Halophila ovalis* suportar diferentes condições e poder ser encontrada a profundidades próximas aos 10 metros (Phillips & Meñez 1988), a sua distribuição na Baía de Bazaruto não é ampla, ocorrendo em alguns locais da Ilha de Bazaruto (Mafambissa, 2004), na

Ilha de Santa Carolina, Ilha de Bángue e próxima a instância turística "Dugong Lodge" (Tabela-1). O facto da amostragem não ter abrangido locais com mais de 5 m de profundidade, pode ter contribuído para o baixo registo desta espécie na Baía de Bazaruto. A *Halophila ovalis* é considerada uma espécie de vida curta e com capacidade de colonizar áreas novas (Vermaat, 1995).

No Norte da Baía de Bazaruto, as espécies *Thalassia hemprichii* e *Thalassodendron ciliatum* foram as mais frequentes (Tabela-1). Este local da Baía é a mais profunda, com canais que podem atingir cerca de 28 m, e as correntes são mais fortes. Estas espécies também foram as mais frequentes ao longo da costa Ocidental da Ilha de Bazaruto (Mafambissa, 2004).

Estas duas espécies são consideradas de clímax, estabelecendo-se principalmente na zona além da zona entre-marés onde as condições de radiação e de salinidade são mais estáveis (Nybakken, 1993 citado por Massinga, 2003).

A espécie *Thalassodendron ciliatum* é também frequente em locais com recifes de corais e terreno rochoso (Phillips & Meñez 1988), e a Baía de Bazaruto apresenta locais com rochas derivadas de conchas marinhas, que se formaram a diferentes profundidades (DNFFB, 1989). Estas rochas costeiras são facilmente visíveis na Ilha de Santa Carolina e Ilha de Magaruque.

No Sul da Baía de Bazaruto as espécies mais frequentes foram *Cymodocea rotundata*, *Thalassodendron ciliatum* e *Halodule uninervis*. Esta última, ocorre mais a Sul da Baía (Tabela-1), provavelmente por este local apresentar correntes fracas, devido a barreira feita pela Península do Cabo São Sebastião e por possuir sedimento lodoso-arenoso, e já foi referenciado que as espécies *Halodule uninervis* e *Cymodocea rotundata* podem habitar locais protegidos, locais com sedimento lodoso-arenoso e também locais com corais (Phillips & Meñez, 1988). A espécie *Cymodocea rotundata* é a mais frequente dentre as três acima citadas, possivelmente por esta ser uma espécie que habita locais de baixas correntes, e de profundidade muito reduzida (Phillips & Meñez 1988), como é o caso do Sul da Baía de Bazaruto.

5.2. Associação entre espécies de ervas marinhas e comunidades por elas formadas

As ervas marinhas podem formar extensivos tapetes monoespecíficos ou tapetes com várias espécies de ervas marinhas (Spalding *et al.*, 2003). Na Baía de Bazaruto, as espécies *Cymodocea rotundata* e *Thalassodendron ciliatum*, são as únicas que formaram (em alguns locais) tapetes monoespecíficos (Figura-4), esta capacidade não é exclusiva destas duas espécies. Outras espécies que já formaram tapetes monoespecíficos em outros locais são *Cymodocea serrulata*, *Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis*, *Syringodim isoetifolium*, *Halodule uninervis* e *Halodule wrightii* (Brouns, 1987; Røllan *et al.*, 2001 e Larkum *et al.*, 1989), provavelmente a *Cymodocea rotundata* e *Thalassodendron ciliatum*, encontram na Baía de Bazaruto um ambiente favorável para colonizar monoespecificamente um tapete.

A espécie *Thalassia hemprichii*, apesar de ter sido muito frequente, ocorre sempre associada à outras espécies (Tabela-1). Esta espécie associa-se facilmente com outras espécies de ervas marinhas provavelmente por possuir raízes relativamente mais profundas em relação a espécies como: *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis* e *Halodule uninervis* (Brouns, 1987), facilitando assim a co-habitação com outras espécies.

As associações mais comuns entre as espécies de ervas marinhas, na Baía de Bazaruto foram de: *Cymodocea rotundata*/*Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata*/*Thalassia hemprichii* e *Halodule uninervis*/*Thalassia hemprichii* (Tabela-3).

A associação entre *Cymodocea rotundata* e o género de *Halodule* também foi registada na Ilha de Inhaca (Bandeira, 2002). No ocidente da Ilha de Bazaruto, a associação entre as espécies *Cymodocea rotundata*/*Thalassia hemprichii* (Mafambissa, 2004), também foi comum. Este tipo de associação ocorre provavelmente porque são espécies que geralmente não ocorrem expostas, habitando zonas onde termina as variações entre marés (Phillips & Meñez 1988). A competição entre as espécies de ervas marinhas por nutrientes, assim como os padrões de crescimento podem afectar a associação entre as ervas marinhas (Lapointe *et al.* 1994 citado por Mafambissa, 2004).

A associação das espécies *Halodule uninervis* e *Thalassia hemprichii*, é comum e, estas duas espécies colonizam as comunidades no mesmo período (Phillips & Meñez 1988), o que poderá justificar a ocorrência destas espécies juntas na Baía de Bazaruto. A associação da *Thalassia hemprichii* ocorreu com a espécie do mesmo género que *Halodule wrightii* na Ilha de Inhaca e na Ilha de Moçambique e Nacala (Bandeira, 2000 e Massinga, 2003).

A espécie *Thalassodendron ciliatum* é a que menos associação formou com outras espécies na Baía de Bazaruto (Tabela-3). Ela apresenta caule comprido e folhas longas (Phillips & Meñez 1988), como acontece com a espécie *Enhalus acoroides* e, as folhas podem criar limitações para absorção da luz (Vermaat, 1995), esta morfologia provavelmente reduza o nível de associação com outras espécies, além desta espécie (*Thalassodendron ciliatum*) habitar a zona subtidal, em locais profundos (Phillips & Meñez 1988), podendo ocorrer em sedimento rochoso onde nenhuma das espécies aqui registadas adaptar-se. Na Ilha de Inhaca esta espécie foi registada na zona subtidal de modo homogéneo exceptuando em alguns locais onde ocorreu com a espécie *Syringodium isoetifolium*.

Onze comunidades de ervas marinhas foram identificadas na Baía de Bazaruto, usando o método de Similaridade Binária de Jaccard (Tabela-4). A *Thalassia hemprichii* forma várias comunidades diferentes na Baía de Bazaruto, apesar de não ser a espécie mais frequente, seguida da espécie *Cymodocea rotundata* que também forma diferentes comunidades (Tabela-4). Provavelmente são espécies que toleram competição com outras espécies de ervas marinhas. Enquanto que a espécie *Thalassodendron ciliatum* apesar de muito frequente, apenas associa-se com a espécie *Thalassia hemprichii*.

Dez comunidades de ervas marinhas foram registadas na Ilha de Moçambique e Nacala (Massinga, 2003), sete comunidades na Ilha de Inhaca (Bandeira, 2000) e, apenas duas comunidades na costa Ocidental da Ilha de Bazaruto (Mafambissa, 2004). O número de comunidades de ervas marinhas existentes na Baía de Bazaruto superior em relação a outros locais, este resultado por ter sido influenciado pelo método usado para determinar comunidades. O método usado neste estudo permite identificar mais de uma comunidade dentro do mesmo tapete, pois tem em conta a associação das espécies ou sejam a frequência

com que as espécies aparecem juntas (Krebs, 1989). Enquanto que em outros estudos foi determinado pelo "Método de frequência nominal".

No entanto apesar da Baía de Maputo apresentar as mesmas comunidades que a Baía de Bazaruto (usando o mesmo método para determinar as comunidades nos tapetes de ervas marinhas), esta última Baía apresentou maior diversidade de comunidades (oito comunidades, ver *item* 4.2), sem incluir que houberam espécies que não foram registadas neste estudo. Este facto pode dever-se a extensão da área da Baía de Bazaruto, entre outros factores ou, o número de comunidades poderá estar relacionado com o número de espécies existente no local em questão pois, apesar da Baía de Bazaruto ser maior que a Baía de Maputo o número de comunidades não diferiu muito.

5.3. Mapa da distribuição e área de extensão das comunidades de ervas marinhas

O mapa das comunidades de ervas marinhas na Baía de Bazaruto (Figura-5), é parcial, visto haver tapetes cuja composição específica é desconhecida. Este mapa permite distinguir os locais de ocorrência de ervas marinhas, as respectivas comunidades, assim como a configuração.

As comunidades identificadas na Baía de Bazaruto (Tabela-5) ocorrerem próximas a costa. Este facto, poderá ter sido influenciado pelo método de mapeamento, pois a capacidade de detenção das imagem de satélite são limitadas (ver o *item* "Introdução"), precisando para tal mais investigação *in situ* para confirmar a ausência de ervas marinhas em locais afastados da costa.

As comunidades de ervas marinhas ao longo da Baía, mostram-se por vezes dispersas, contrariamente ao mapeamento efectuados na Ilha de Inhaca (Balidy, 2003) e na Ilha de Moçambique e Nacala (Massinga, 2003), onde as comunidades de ervas marinhas ocupam uma extensão contínua ao longo das Ilhas. A Ilha de Bazaruto (Figura-5 a.) é a única das cinco

Ilhas que compõe o Arquipélago de Bazaruto, que apresenta grande extensão de ervas marinhas ao longo da sua costa ocidental.

A Ilha de Magaruque apresentou comunidades de ervas marinhas numa pequena extensão, esta Ilha apresenta alguns locais com sedimento rochoso, derivado de conchas marinhas, como ocorre na Ilha de Santa Carolina (DNFFB, 1989), que também apresenta uma pequena extensão de ervas marinhas, que pode ser justificado pela reduzida área da Ilha (Figura-5 a.)

Nas Ilhas de Magaruque e do Bangué (Figura-5 b.), foram registadas ervas marinhas mais não tão próximas a elas como ocorre nas três outras Ilhas nesta Baía. É nesta região da Baía que ocorrem vastos tapetes cujas comunidades não foram identificadas, provavelmente ocorrem comunidades de ervas adaptadas a sedimento lodoso como é o caso das espécies *Nanozostera capensis* e *Halodule sp.*

Ao longo da costa continental a mapa mostra que ocorrem ervas marinhas numa grande extensão, variando o tipo de comunidade ao longo desta, enquanto que no meio da Baía de Bazaruto não foi mapeada quase nenhum tapete. O mapa efectuado neste estudo carrega de detalhes em termo de variação de comunidades ao longo da deslocação, da zona interdital para a zona subtidal, quando comparado com estudos efectuados por na Ilha de Inhaca (Balidy, 2003 e Bandeira 2002) e na Ilha de Moçambique e Nacala (Massinga, 2003), para melhor percepção da sua alteração ao longo da profundidade. Neste estudo apenas teve-se em conta a espécie mais dominante nas comunidades, que é justificado pela vasta área que a Baía de Bazaruto possui.

O mapeamento efectuado com auxílio de classificação supervisionada permitiu reduzir a probabilidade de mapear, recifes, sedimento, algas marinhas ou detritos e, eles podem ser confundidos devido a reflectância, pois na classificação supervisionada o analista decide as classes (habitat) que pretende reconhecer, o que é feito através de amostras representativas na área de estudo (Sithoe, 2003). A questão de profundidade e o nível de reflectância pode provavelmente confundir os resultados obtidos (Bierwirth *et al.*, 1993 citado por Dahdouh-Guebas *et al.*, 1999).

Na Baía de Bazaruto possui uma área de extensão de 1223 Km², e as ervas marinhas ocorrem em cerca de 83,26 Km² (7%), dos quais 37% a composição específica não é conhecida (Tabela-6). No entanto, a extensão da área dos tapetes de ervas marinhas poderá ser maior porque, as imagens de satélite usadas neste estudo, não captaram devidamente as ervas marinhas em locais de alta profundidade, com declive topográfico, locais de águas turvas e, com pouca transparência, assim como locais com ervas dispersas, devido a sua resolução.

Este estudo permitiu identificar espécies de ervas marinhas em cerca de 55 Km² dos tapetes de ervas marinhas, superando assim a área de ocorrência de ervas marinhas na Baía de Bazaruto (37 Km²) estimada por Bandeira & Gell (2002).

As comunidades de ervas marinhas mapeadas na Baía de Bazaruto foram classificadas em dez comunidades, oito das quais foram identificadas durante este estudo e dois apenas foram registadas na costa Ocidental da Ilha de Bazaruto (Mafambissa (2004) (Tabela-6 e Anexo-8). Este acréscimo de dados permitiu conhecer a composição específicas deste local e classificar comunidades que não foram abrangidas durante a realização deste estudo.

A comunidade de ervas marinhas mais extensa na Baía de Bazaruto foi de *Thalassodendron ciliatum* ocupando 45,5% da área confirmada. A maior área situou-se no Sul da Sede de Inhassoro. A comunidade de *Cymodocea rotundata* ocupou 32,6% da área confirmada, sendo a mais vasta no Sul da Baía apesar grande área com bancos de areia (INAHINA, 1986).

Na Ilha de Inhaca a comunidade de *Halodule wrightii/Thalassia hemprichii* foi a mais extensa (47,72%) e, na praia da cidade de Maputo a comunidade dominante foi a de *Nanozostera capensis* (Bandeira, 2000).

As comunidades que possuem menor extensão na Baía de Bazaruto foram as de *Halodule uninervis* (1,70%), *Halophila ovalis/Thalassia hemprichii* (1,6%) e, de *Nanozostera capensis* (0,2%). Na Ilha de Inhaca, assim como na Ilha de Moçambique e Nacala a espécie *Halophila ovalis* também não formou comunidades extensas, enquanto que a espécie *Nanozostera capensis* formou extensas áreas na zona entre-marés destes dois locais (Bandeira, 2002 e Massinga, 2003), e a espécie *Halodule uninervis* não formou nenhuma comunidade, tendo sido substituído *Halodule wrightii* que codominou com outras espécies.

5.4. Biomassa de ervas marinhas

Biomassa das espécies

A biomassa de ervas marinhas na Baía de Bazaruto difere entre as espécies (Figura-6). A *Thalassodendron ciliatum* apresenta maior biomassa na Baía de Bazaruto ($428,54 \pm 401,59$ g PSLC.m⁻²) pois, esta espécie têm rizomas fortes (Coles & Short, 2001) e possui uma das maiores biomassas em relação a outras espécies de ervas marinhas (Duarte & Chiscano, 1999 citado por Bandeira, 2000). Na zona entre-marés do Ocidente da Ilha de Bazaruto, a espécie *Thalassodendron ciliatum* também obteve maior biomassa ($87 \pm 184,7$ g PS. m⁻²) (Mafambissa, 2004). O alto valor obtido neste estudo em relação ao obtido por Mafambissa (2004) poderá estar relacionado ao facto desta amostragem ter abrangido também a região subtidal onde esta espécie encontra ambiente ideal para o seu crescimento (Phillips & Meñez 1988). A espécie *Thalassodendron ciliatum* é perene e não é preferidas pelos herbívoros (Bandeira, 2001), o que poderá influenciar a sua alta biomassa.

A espécie *Cymodocea rotundata*, ($70,67 \pm 77,32$ g PSLC.m⁻²), e *Thalassia hemprichii* ($42,61 \pm 41,81$ g PSLC.m⁻²) foram as espécies com alta biomassa, a seguir a espécie *Thalassodendron ciliatum*. Estas duas espécies, crescem em locais submersos ou com pouca exposição, sofrendo baixa influência de factores ambientais, tais como alta radiação e alteração de salinidade (Warne, 1994 citado por Mafambissa, 2004). No Norte da Ilha de Inhaca, a espécie *Thalassia hemprichii* teve maior biomassa ($378,4 \pm 106$ g PS.m⁻²) (Bandeira & Martins, 2001) em relação a biomassa da mesma espécie na Baía de Bazaruto (cerca de 110 g PS.m⁻²).

A biomassa das espécies *Halodule uninervis* ($28,19 \pm 46,06$ g PSLC.m⁻²) e *Nanozostera capensis* ($11,86 \pm 26,29$ g PSLC.m⁻²) foram as mais baixas em relação a outras espécies registadas na Baía de Bazaruto. Estas espécies habitam a região entre marés e estão expostas a dissecação (Ruwa, 1996 citado por Mafambissa, 2004). Durante a maré vazante a dissecação pode afectar a biomassa das espécies que habitam esta zona.

A biomassa da espécie *Halophila ovalis* foi a mais baixa ($0,6 \pm 1,25$ g PSLC.m⁻²). O tamanho da planta *Halophila ovalis* é menor em relação a planta de outras espécies (Phillips & Meñez,

1988) registadas na Baía de Bazaruto. Esta espécie apresenta raízes e rizomas de baixa consistência, sendo mais vulneráveis a remoção (Gell, 1999 citado por Mafambissa, 2004).

A biomassa das espécies de ervas marinhas na zona entre-marés da costa Ocidental da Ilha de Bazaruto, foram em média menores que as espécies hómologas registadas em toda Baía de Bazaruto, porque as amostragens no Ocidente da Ilha de Bazaruto realizaram-se na zona entre-marés onde as ervas marinhas crescem em condições de stress devido a variação de salinidade, a alta radiação e, acção humana é mais acentuada (pisoteio, remoção por redes de arrasto, destruição por barcos) (Martins, 1997). Assim, as espécies mais sensíveis a estes factores crescem em situação desfavorável apresentando deste modo menor biomassa em relação as ervas que habitam locais mais estáveis.

Biomassa de tapetes

A biomassa dos tapetes de ervas marinhas foi significativamente diferente (Anexo-7 e Figura-7). A variação de biomassa entre os tapetes poderá estar relacionada ao local onde eles ocorrem na Baía de Bazaruto, pois as amostras foram retiradas ao longo da costa, no meio da Baía, tanto no Sul, como no Norte. Locais com correntes mais acentuadas e em locais com correntes baixas, com sedimento arenoso, areno-rochoso e areno-lodoso. Em termos de composição específica, os tapetes com maior biomassa apresentam na sua composição a espécie *Thalassodendron ciliatum* (tapetes 06, 07, 08, e 09) e, os que tiveram a menor biomassa são os dominados pelas espécies *Halophila ovalis* e *Halodule uninervis* (tapetes 16, 17 e 18), provavelmente devido ao tamanho e morfologia destas espécies (Phillips & Meñez, 1988) (ver o item "Biomassa das espécies). Os locais onde ocorrem estas espécies é mais a Sul da Baía onde o sedimento é areno-lodoso, o que provavelmente interfere negativamente com a biomassa das ervas marinhas.

Biomassa de ervas marinhas acima e abaixo do substrato

Nas espécies de ervas marinhas, a biomassa abaixo do substrato constitui 50 á 90% da biomassa total, e a biomassa acima do substrato constitui varia de 10 á 50% da biomassa total (Larkum *et al.*, citado por Martins, 1997).

Neste estudo, as espécies *Cymodocea rotundata* e *Thalassodendron ciliatum* apresentaram maior biomassa acima do substrato (mais de 50% da biomassa total), enquanto que as espécies *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Nanozostera capensis* e *Thalassia hemprichi* tiveram maior biomassa abaixo do substrato (mais de 50% da biomassa total) (Figura-8).

Na costa Ocidental da Ilha de Bazaruto apenas as espécies *Cymodocea rotundata* e *Thalassodendron ciliatum* apresentaram maior biomassa abaixo do substrato (Mafambissa, 2004), contrariando aos resultados obtidos neste trabalho. Não foram em todos os tapetes amostrados que as suas biomassas foram superiores acima do substrato (Figura-9). Com os resultados obtido não foi possível prever que factores contribuíram para esta diferença na proporção entre as duas componentes da planta.

Não houveram diferenças significativas entre as biomassas acima substrato ($P > 0,05$), assim como entre as biomassas abaixo do substrato ($P > 0,05$), para as espécies *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Nanozostera capensis* e *Thalassia hemprichii*, nas amostras colhidas na Baía de Bazaruto. As espécies *Thalassodendron ciliatum* e *Cymodocea rotundata*, apresentaram diferenças significativas entre as biomassas ($P < 0,05$), na componente abaixo do substrato para as duas espécies, e apenas na componente acima do substrato para a espécie *Cymodocea rotundata*. Estas duas espécies apresentaram diferenças, provavelmente porque no Sul as correntes são fracas, enquanto que no Norte as correntes são fortes devido a abertura da Baía para Oceano, o que poderá causar diferenças na biomassa .

As taxas de conversão da biomassa das espécies de **peso seco para peso seco livre de cinzas** são diferentes (Tabela-7 e Figura-10), sendo em média cerca de 65% da sua biomassa o peso seco livre de cinzas.

A taxa de conversão da espécie *Thalassodendron ciliatum* foi a mais alta (78%), contrariamente ao que seria de esperar visto que esta espécie das mais rijas. Este valor deve-se provavelmente ao facto desta espécie habitar exclusivamente a região subtidal, e a sua consistência anatómica ser elevada em termos hídricos. Na Ilha de Inhaca a taxa de conversão da biomassa acima do substrato da espécie *Thalassodendron ciliatum* foi de 87% da biomassa total (Bandeira, 1997).

O contrário ocorre com a *Halophila ovalis* cuja estrutura é menos rija e o tamanho é menor em relação a outras espécies (Phillips & Meñez, 1988) registadas, a sua taxa de conversão foi a menor das espécies registadas na Baía de Bazaruto (48%). Na Baía Norte, na Ilha de Inhaca a taxa de conversão desta espécie foi de 58% da sua biomassa total (Bandeira, 2000).

A taxa de conversão da biomassa abaixo de substrato da espécie *Thalassia hemprichii*, na Baía de Bazaruto foi de 55%, enquanto que na Inha de Inhaca, foi de 89% (Bandeira & Martins, 2001).

Os valores da taxa de conversão são diferentes (tendo em conta os locais), pelo que, não se poderá tomar estes valores como padrão para a conversão de peso seco, para peso seco livre de cinzas. A taxa de conversão poderá estar relacionada o factores tais como temperatura, salinidade e profundidade, pelo que necessita de maior investigação.

A biomassa acima do substrato de *Nanozostera capensis* na Baía de Maputo variou entre 0,13 - 1,91g PSLC.m⁻² (Martins, 1997), e a biomassa abaixo do substrato de 1,1 - 5,4 g PSLC.m⁻² (Martins, 1997). Este valores foram inferiores aos obtidos na Baía de Bazaruto (Figura-10 "d"). A Baía de Bazaruto apresenta maior salinidade (34,7 ppm à 35,4 ppm) (MICOA, 2000), em relação a região da Baía de Maputo (30,0 à 35,45 ppm) onde desaguam alguns rios (ex:"Incomati), no entanto apresentou maior biomassa desta espécie estuarina.

A biomassa acima do substrato da espécie *Thalassodendron ciliatum* obtida na Baía de Bazaruto (Figura-10 "e"), é inferior aos resultados obtidos na Ilha de Inhaca, em sedimento arenoso (862 g PSLC.m⁻²) por Bandeira & Gell (2003), apesar do sedimento da Baía de Bazaruto ser igualmente arenoso,(DNFFB, 1998). No entanto, a biomassa abaixo do substrato para esta espécie foi superior em relação a biomassa obtida no Ocidente da Ilha de Bazaruto,

tanto acima como abaixo do substrato ($30,2 \pm 67,7$ g PS.m⁻² acima do substrato e $56,8 \pm 130$ g PS.m⁻² abaixo do substrato) (Mafambissa, 2004). Estas diferenças podem dever-se a um conjunto de factores.

A pesca e a apanha de invertebrados constitui alguns dos maiores problemas para as (biomassas das) comunidades de ervas marinhas. As populações cavam o substrato onde ocorrem os tapetes de ervas, para a apanha de bivalves, removendo toda a planta de erva marinha (Balidy, 2003), tornando-se difícil a sua regeneração. Na Baía de Bazaruto são encontrados vários pontos de pescas onde igualmente são praticadas estas actividades.

A pesca de rede de arrasto sobre os tapetes de ervas marinhas é também uma actividade bastante devastadora para a sua biomassa, pois removem grande quantidade destas (Balidy, 2003), principalmente de folhas depositando-as na praia. Os barcos a motor que circulam na zona entre-marés também contribuem para a degradação dos tapetes de ervas marinhas, pois criam trilhos rasgando os tapetes quando navegam em águas rasas (Balidy, 2003). A remoção de ervas marinhas é causado também pela acção das ondas e as maior quantidades de ervas depositadas na costa de Bazaruto são das espécies *Thalassodendron ciliatum* e *Cymodocea rotundata* (Cháuque, em preparação).

6. CONCLUSÕES

- Seis espécies de ervas marinhas foram registadas durante a realização deste trabalho, nomeadamente: *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Nanozostera capensis*, *Thalassodendron ciliatum* e *Thalassia hemprichii*, elevando para nove as espécies identificadas na Baía de Bazaruto.
- As espécies *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Thalassodendron ciliatum*, e *Halodule uninervis* foram as mais frequentes na Baía de Bazaruto.
- As espécies mais frequentes no Norte da Baía de Bazaruto foram *Thalassia hemprichii* e *Thalassodendron ciliatum*, enquanto que no Sul da Baía foram as espécies *Cymodocea rotundata*, *Thalassodendron ciliatum* e *Halodule uninervis*.
- As comunidades de ervas marinhas ocupam uma extensão de cerca 88,21 Km², dos quais 55,63 Km² são conhecidas as espécies de suas comunidades.
- Dez comunidades de ervas marinhas ocorrem na Baía de Bazaruto das quais, *Thalassodendron ciliatum* e *Cymodocea rotundata*, formaram as comunidades mais dominantes, ocupando 45,5% e 32,6% da área cujas comunidades são conhecidas.

- A biomassa das ervas marinhas na Baía de Bazaruto difere entre as espécies. A maior biomassa foi de *Thalassodendron ciliatum* ($428,54 \pm 401,59$ g PSLC.m⁻²). A espécie *Cymodocea rotundata* ocupou o segundo lugar ($70,67 \pm 77,32$ g PSLC.m⁻²), seguida das espécies *Thalassia hemprichii* ($42,61 \pm 41,81$ g PSLC.m⁻²), *Halodule uninervis* ($28,19 \pm 46,06$ g PSLC.m⁻²), *Nanozostera capensis* ($11,86 \pm 26,29$ g PSLC.m⁻²) e a espécie *Halophila ovalis* foi a que apresentou a menor biomassa média ($0,6 \pm 1,25$ g PSLC.m⁻²).

- As comunidades com maior biomassa apresentaram na sua constituição a espécie *Thalassodendron ciliatum* e, as que apresentam menor biomassa são dominados pelas espécies *Halophila ovalis* e *Halodule uninervis*.

7. RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se que o estudo seja efectuado, no locais não abrangidos pela amostragem durante este estudo na Baía de Bazaruto, pois uma vasta área cuja as comunidades não foram identificadas.
- Recomenda-se que o estudo das comunidades seja mais detalhado, pois houveram espécie que não foram registadas neste estudo possivelmente devido a distância entre os pontos de amostragem, a intensidade de amostragem e o facto da zonação não ter sido observada.
- Recomenda-se que a zona Norte seja estudada com equipamento apropriado para mergulho, pois possui locais (canais) profundos com provável existência de ervas marinhas.
- Recomenda-se que se use imagem de Satélite de maior resolução, e que a zona Sul da Baía seja cuidadosamente investigada devido a turbidez da água.

8. BIBLIOGRAFIA

- Afonso, P. S. & A. Halare (2001). Pesca artesanal - Inhambane. Relatório Anual 2001. IIP. Maputo. 160 pp.
- Bakus, C. J. (1990). Quantitative Ecology and Marine Biology. A.A. Balmkema/ Rotterdam. Los Angeles. 157 pp.
- Balidy, H. (2003). O papel das ervas marinhas para as comunidades locais e a sua degradação na zona da Costa do Sol e Ilha de Inhaca. Tese de Licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo. 48 pp.
- Bandeira, S.O. (1995). Marine Botanical Communities in Southern Mozambique: Seagrass and Seaweed Diversity and Conservation. Royal Swedish Academy of Sciences, 24 (7-8). pp 507-508.
- Bandeira, S. O. & C. M. António. (1996). The Intertidal Distribution of Seagrass and Seaweeds at Mecúfi Bay, Northern Mozambique. Seagrass Biology: Proceeding of an International Workshop. Western Australia. 25-29. pp 15-20.
- Bandeira, S.O. (1997). Dynamic, biomass and total rhizome length of seagrass *Thalassodendron ciliatum* at Inhaca Island, Mozambique. Plant Ecology, 130. pp 133-141 (7-8). pp 507-508.
- Bandeira, S. O. (2000). Diversity and Ecology of Seagrass in Mozambique: Emphasis on *Thalassodendron ciliatum* structure, dynamics, nutrients and genetic variability. PHD-Thesis Goteborg University. Sweden. 40 pp.
- Bandeira, S.O. (2001). Seagrass reseach in the eastern Africa region: emphasis to diversity, ecology and ecophysiology. South African Journal of Botany. 67: pp 420-425.
- Bandeira, S. O. e A. R. O. Martins (2001) Biomass Distribution and Leaf Nutrient Concentrations and Resorption of *Thalassia hemprichii* at Inhaca Island Mozambique South African Journal of Botany 67:439-442.

- Bandeira, S.O. (2002). Diversity and distribution of seagrasses around Inhaca Island, Southern-Mozambique. South African Journal of Botany. 68: pp 191-198.
- Bandeira, S. O. & F. Gell (2003). The seagrasses of Mozambique and Southeastern Africa. World Atlas of Seagrass. UNEP/WCMC. California. 293 pp.
- Brouns, J. J. W. M. (1987). Growth patterns in some Indo-West-Pacific Seagrass. Aquatic Botany. 28: pp 39-61.
- Centro de Desenvolvimento Sustentável para Zonas Costeiras (CDS-ZC). (2002). Manual para o curso sobre Gestão Costeira. Zonas Costeira de Moçambique. DANIDA. Xai-Xai. 45 pp.
- Chauque, A, M. (Em preparação). Impacto da Pesca de arrasto sobre as Comunidades de Ervas Marinhas e Algas Marinhas nos Distritos de Inhassoro e Vilanculos.
- Coles, R. G. & F. T. Short. (2001). Global Seagrass Research Methods. Elsevier. USA. 473 pp.
- Dahdouh-Guebas, F., E. Coppejans, D. Van Speybroeck. (1999). Remote sensing and zonation of seagrasses and algae along the Kenyan coast. Hydrobiologia. 400: pp 63-73.
- DNFFB. (1998). Plano de Maneio 1999-2003. Parque Nacional de Bazaruto. Vol-1. Ministério de Agricultura e Pescas. Maputo. 43 pp.
- Ferrão, M. F. G. (2004). Satélites e Princípios Físicos de Teledatação. Manual de Teledatação. Fascículo 1. Cenacarta. UEM. Departamento de Geografia. 125 pp.
- Fowler, J. & L. Cohen. (1996). Practical Statistics for Field Biology. John Wiley & Sons. New York. 227 pp.
- Fry, C. J. (1994). Biological data analysis, a practical approach. editora IRLPRESS. England. pp 417.
- Green, E. D., P. J. Mumby, A. J. Edwards & C. D. Clark.(2000). Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management. UNESCO Publishing. Paris. 154 pp.

- Guissamulo, A. T. (1993) Distribuição e abundância de golfinhos e dugongos e sua interação com algumas pescarias as Baías de Maputo e Bazaruto. Tese de licenciatura. 93pp. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo.
- Gullström, M., M. de la Castro, S. O. Bandeira, M. Bjork, M. Dahlberg, N. Kautsky, P. Rönnback & M. C. Ohman. (2002). Marine Biological Research in Mozambique: Past, Present and Future. AMBIO - A Journal of the Human Environment. 7-8:606-611.
- Hashim, M., A. Abdullah & A. W. Rasib. (1997). Integration of remote sensing-GIS Techniques for mapping Seagrass and Ocean Colour of Malaysian Coasts. Faculty of Geoinformation Science & Engineering-University Teknologi Malaysia. Malaysia. 5 pp.
- INAHINA. (1986). Farolim de São Sebastião à Ponta Igomaímo-Sondas em metros-Carta Marítima nº 42629-M. Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação. Ministério da Defesa Nacional. República Popular de Moçambique. 1ª Edição.
- INAHINA. (2003). Tabela de Marés 2004 - Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação. República de Moçambique. 197 pp.
- INAHINA. (2004). Tabela de Marés 2005 - Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação. República de Moçambique. 197 pp.
- Isaac, F. M. & W. E. Isaac (1968). General account of the environment, Flora and vegetation. Journal of East Africa National History society and National Museum. Nairobi. Volume XXVII. Nº 1 (116). 27 pp
- Joaquim, S. P. S. (1997). Sistema de Informação Geográfica: Avaliação da sua eficácia na sua constatação e simulação, na criação de sínteses e modelos espaciais de apoio à decisão. Tese de Licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Faculdade de Letras. Maputo. 76 pp.
- Kemp, J. (2000). East African Marine Ecoregion Reconnaissance. University of York. 90 pp.
- Krebs, C. J. (1989). Ecological Methodology. Harper Collins. USA. 654 pp.

- Larkum, A.W.D., A.J. MacComb & S.A. Shephaerd. (1989). Biology of Seagrass. Elsevier Science Publishers BV. New York-Tokyo. 841 pp.
- Leow, R. H., Y. Tan & C. Y. Wan (2000). Observing Intertidal Zones Using Satellite Imagery. GIS development net. Raffles Institution. Singapore. 8 pp.
- Mafambissa, M. (2004). Distribuição Biomassa e Diversidade de Bancos de Ervas Marinhas Na Ilha de Bazaruto. Tese de Licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo. 60 pp.
- Martins, A. R. O. (1997). Distribuição, Estrutura e Dinâmica da Erva Marinha *Zostera capensis* e Estudo de alguns Parâmetros Físicos em duas Áreas da Baía de Maputo. Tese de Licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo. 49 pp.
- Massingue, A. (2003). Biodiversidade e distribuição de ervas marinhas na Ilha de Moçambique e Nacala. Tese de Licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo. 50pp.
- McMillan, C. & F. N. Meseley. (1967). Salinity Tolerances of Five Marine Spermatophytes of Redfish Bay. Texas. Austin.
- MICOA (2000). Estudo do Impacto Ambiental em Moçambique, Referente a uma Conduta de Gás Natural Destinada a Abastecer o Arquipélago de Bazaruto em Moçambique. Estudo Final do Impacto Ambiental. Elgas, Ltd e CSIR Environmentek. 44 pp.
- Phillips, R. C. & E. G. Meñez (1988). Seagrasses. Nº 34. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 104 pp
- Richmond, M. D. (1997). A guide to THE SEASHORES OF EASTERN AFRICA and the Western Indian Ocean Islands. Editor SIDA. Tanzania. 448 pp.
- Rollon, R. N., N. M. Cayabyab, M. D. Fortes (2001). Vegetative Dynamics and Sexual Reproduction of Monospecific *Thalassia hemprichii* meadows in the Kalayaan Island Group. 71: 239-246 pp.

- Sausen, T. M. (2003). Sensoriamento Remoto e suas Aplicações para Recursos Naturais. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. SP. 14 pp. http://www.herbario.com.br/fotomicrografia07/senso_aplic_rec_natur.htm.
- Spalding, M., M. Taylor, C. Ravilious, F. Short, E. Green (2003). The Distribution and Status of Seagrass. World Atlas of Seagrass. UNEP/WCMC. California. 293 pp.
- Sumich, J. L. (1992). An Introduction to the Biology of Marine Life. Fifth Edition. WCB. USA. 44 pp.
- Thompson, M. F., R. Sarojini & R. Nagahushanam (1986). Habitat Value of Seagrass Beds for Benthic Invertebrates: Sampling the Plant Community & Potential Value of Seagrass Meadows as Critical Nursery Areas in the Indian Ocean, and Evaluation of Methods for Associated Faunal Communities. Biology of Benthic Marine Organisms. Serie 12. India Edition. India. 16-17: pp 163-169.
- Vermaat, J. E., N. S. R. Agawin, C. M. Duarte, M. P. Fortes e J. S. Uri (1995). Meadow Maintenance, Growth and Productivity of a mixed Phillipine seagrass bed. Marine Ecology Progress Series. Volume 124. 215-225 pp.
- Webb, N & R. Blackmore. (1985). Statistic for Biologist. Great Britain. Cambridge University press. ISBN. 106 pp.

9. ANEXOS

Anexo-1. Lista do material usado

- Balança digital
- Balde
- Cadinhos
- Corda de 6 metros
- Envelopes
- Estufa
- Etiquetas
- Faca
- GPS
- Três imagens satélites (Landsat 7) 1:50000
- Manual de identificação
- Mufla
- Óculos e respirador para mergulho
- Pá
- Papel de envelope
- Papel vegetal
- Plástico
- Quadricula 0,2 x 0,2 m
- Excicador de cadinhos



Anexo-3. Mapas das três imagens de Satélite adquiridas pelo receptor Landsat 7 ETM+, usadas para o mapeamento de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

Anexo-5. Número de quadrículas e percentagem com que as espécies de ervas marinhas ocorreram nas quadrículas amostradas na Baía de Bazaruto (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum* e Th=*Thalassia hemprichii*) (Figura-3).

Espécies de ervas marinhas	Cr	Ho	Hu	Nc	Tc	Th
Nº de quadrículas ocorridas (114)	48	11	34	11	41	47
% de quadrículas ocorridas	42,1	9,7	29,8	9,7	36,0	41,2

Anexo-6. Frequência com que as espécies de ervas marinhas ocorreram nas quadrículas por tapete amostrado, na Baía de Bazaruto (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum* e Th=*Thalassia hemprichii*) (Tabela-3).

Tapete	Cr (%)	Ho (%)	Hu (%)	Nc (%)	Tc (%)	Th (%)
1	50,0	0,0	25,0	16,7	16,7	16,7
3	87,5	0,0	0,0	50,0	25,0	50,0
4	100,0	0,0	16,7	50,0	66,7	66,7
5	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
7	8,3	0,0	0,0	0,0	83,3	41,7
8	40,0	0,0	0,0	20,0	80,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
10	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	66,7	11,1	77,8	0,0	11,1	77,8
12	60,0	40,0	40,0	20,0	80,0	80,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	80,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
16	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	75,0
17	40,0	10,0	70,0	0,0	0,0	60,0
18	40,0	60,0	100,0	0,0	0,0	60,0
19	77,8	0,0	100,0	0,0	0,0	33,3

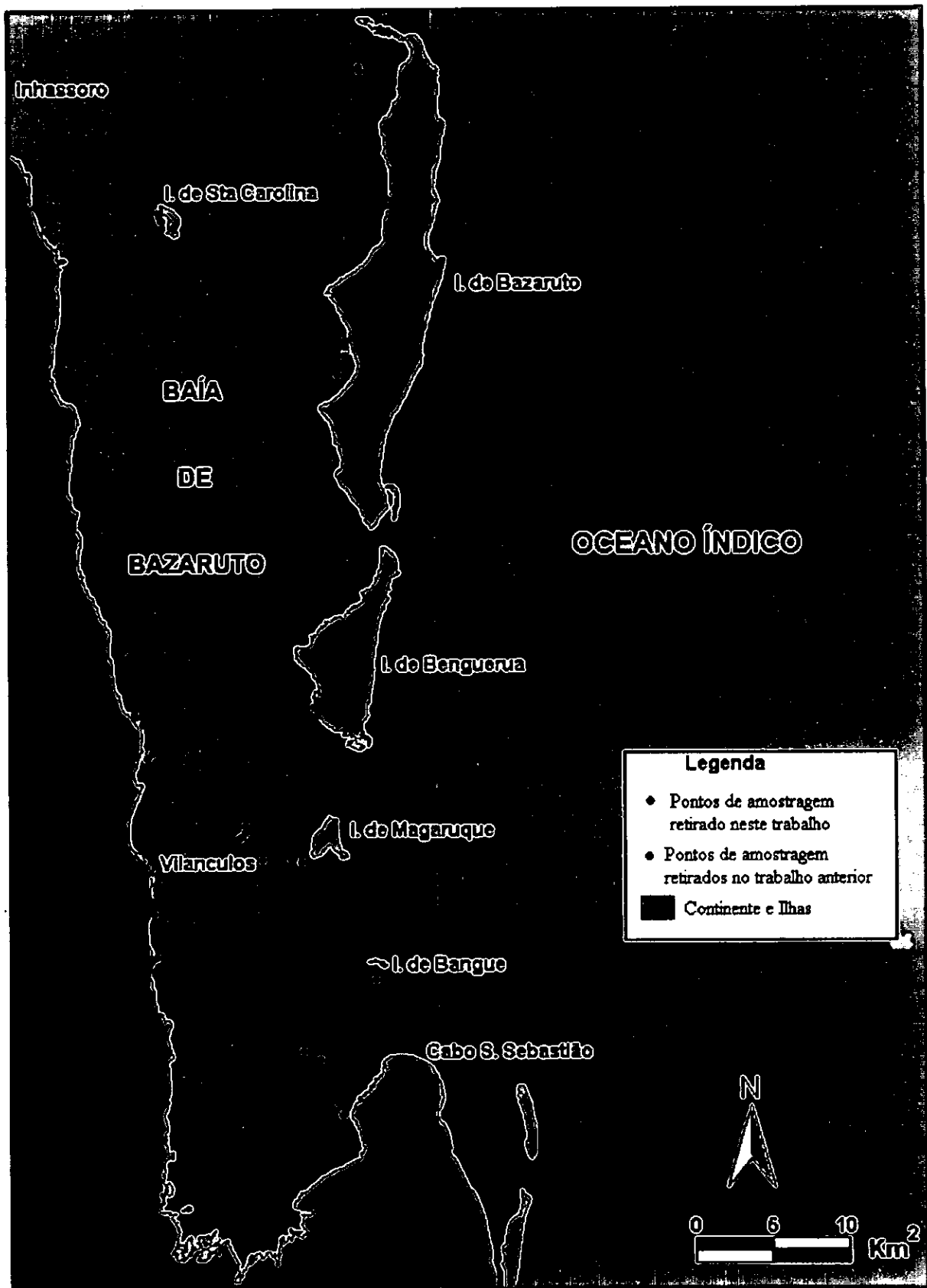
Anexo-7. Coeficiente de similaridade binária de Jaccard para as espécies de ervas marinhas e as comunidades por ele formadas, na Baía de Bazaruto (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis*, Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum*, Th=*Thalassia hemprichii*) (Tabela-4).

Tapete	Coeficiente de similaridade binária de Jaccard	Comunidade
01	Sj<0,5 para todas espécies	----
03	Sj>0,5 para: (Cr/Nc)=0,57 (Cr/Th)=0,57	Cr/Nc/Th
04	Sj>0,5 para: Cr/Nc=0,50 Cr/Th=0,67	Cr/Nc/Th
05	Sj<0,5 para todas espécies	----
06	----	Tc
07	Sj>0,5 para: Tc/Th=0,56	Tc/Th
08	Sj>0,5 para: Cr/Nc=0,50	Cr/Nc
09	----	Tc
10	----	Cr
11	Sj>0,5 para: Cr/Hu=0,63 Cr/Th=0,63	Cr/Hu e Cr/Th
12	Sj>0,5 para: Cr/Hu=0,66 Ho/Hu=0,50 Ho/Th=0,50 Hu/Th=0,50 C Cr/Th=0,75	Cr/Hu Ho/Hu/Th Cr/Th
14	Sj>0,5 para: Tc/Th=0,80	Tc/Th
15	----	Tc
16	Sj>0,5 para: Ho/Th=1,00	Ho/Th
17	Sj>0,5 para: Cr/Hu=0,57	Cr/Hu
18	Sj>0,5 para: Ho/Hu=0,60 Hu/Th=0,60	Ho/Hu e Hu/Th
19	Sj>0,5 para: Cr/Hu=0,78	Cr/Hu

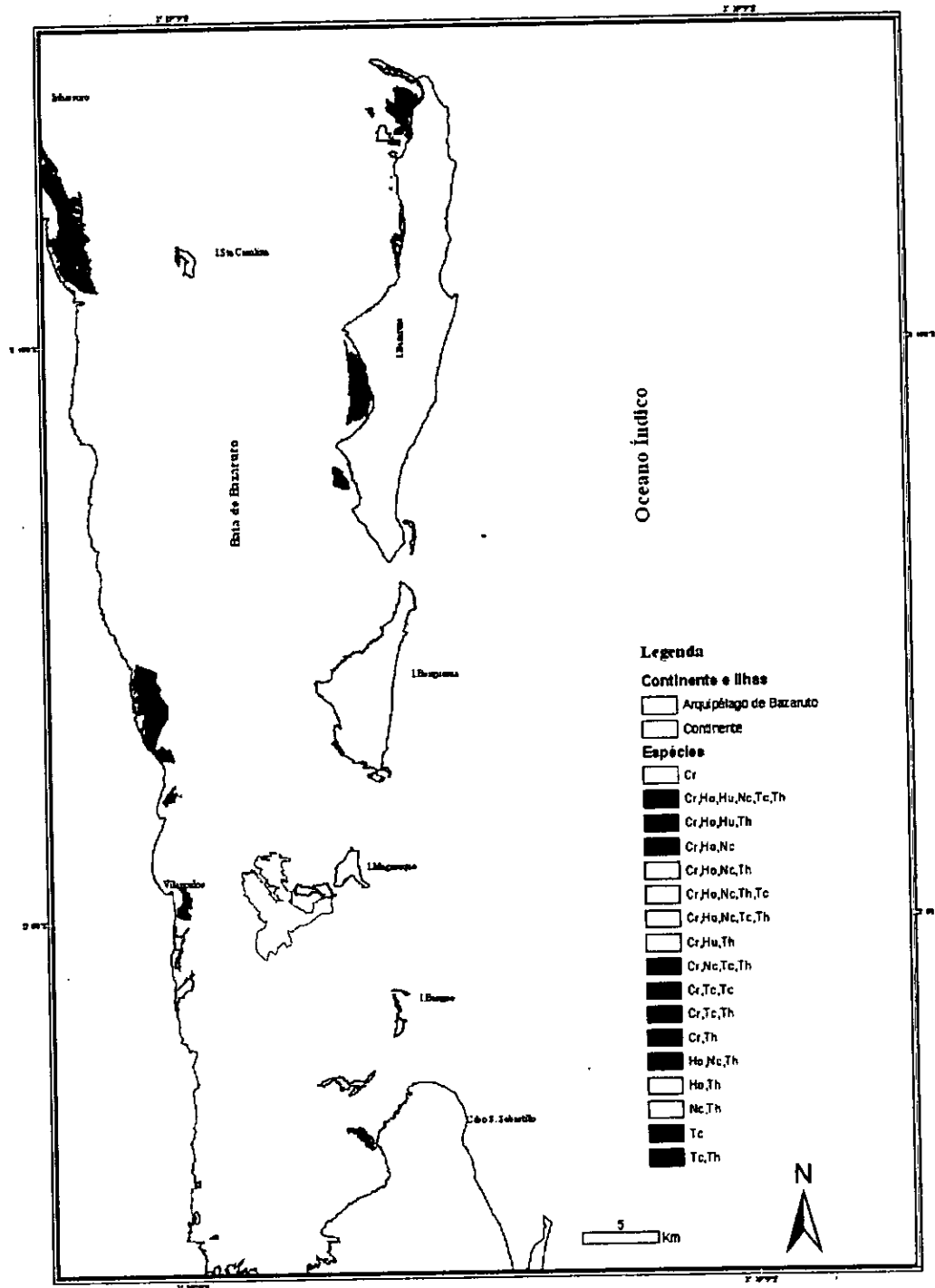
Nota: Sj<0,5 : Similaridade baixa entre as espécies de ervas marinhas.

Sj=0,5 : Similaridade média entre as espécies de ervas marinhas.

Sj>0,7 : Similaridade alta entre as espécies de ervas marinhas.



Anexo-8. Pontos de retiradas de amostras de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.



Anexo-9. Espécies de ervas marinhas que ocorrem em cada comunidade identificada na Baía de Bazaruto.

Anexo-10. ANOVA I. Teste comparativo da biomassa média (peso seco livre de cinzas) das espécie de ervas marinhas (Cr=*Cymodocea rotundata*, Ho=*Halophila ovalis* Hu=*Halodule uninervis*, Nc=*Nanozostera capensis*, Tc=*Thalassodendron ciliatum* e Th=*Thalassia hemprichii*) (Figura-6).

STATISTIX FOR WINDOWS

ONE-WAY AOV FOR: Cr Ho Hu Nc Tc Th

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	5	2289251	457850	15.99	0.0000
WITHIN	96	2749045	28635.9		
TOTAL	101	5038297			

VARIABLE	MEAN	SAMPLE SIZE	GROUP STD DEV
Cr	70.669	17	77.316
Ho	0.6892	17	1.2488
Hu	28.192	17	46.063
Nc	12.856	17	26.291
Tc	428.54	17	401.59
Th	42.605	17	41.812
TOTAL	97.259	102	169.22

LSD (T) COMPARISON OF MEANS

VARIABLE	MEAN	HOMOGENEOUS GROUPS
Tc	428.54	I
Cr	70.669	.. I
Th	42.605	.. I
Hu	28.192	.. I
Nc	12.856	.. I
Ho	0.6892	.. I

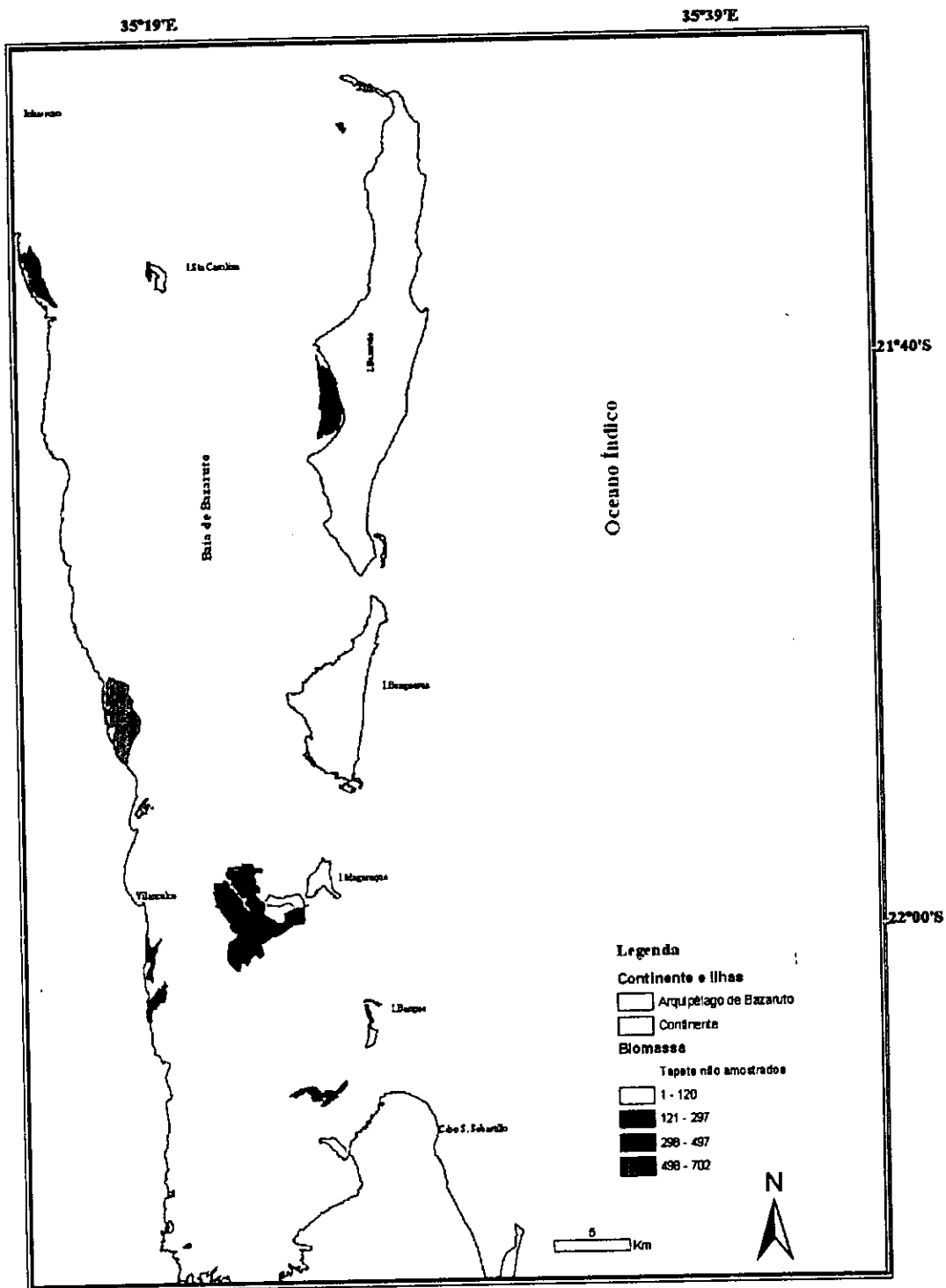
THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

Anexo-11. ANOVA I. Teste comparativo da biomassa dos tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.

	Graus de liberdade	Factor	Nível de Significância.
Entre grupos	16	5,458	0.000
Dentro dos grupos	95		

Anexo-12. Biomassa média (peso seco livre de cinzas) dos tapetes de ervas marinhas na Baía de Bazaruto (Figura-7).

Tapetes	Biomassa média (g.m ⁻²)	Desvio	Biomassa mínima (g.m ⁻²)	Biomassa máxima (g.m ⁻²)
1	170,77	227,24	19,18	745,30
3	426,19	331,34	177,30	1069,60
4	422,60	183,06	227,58	728,80
5	119,55	39,80	62,00	159,68
6	641,51	4,84	638,08	644,93
7	665,27	261,19	148,43	991,00
8	1165,39	1047,96	90,77	2380,93
9	702,14	197,58	562,43	841,85
10	297,24	157,94	24,72	572,20
11	251,23	189,88	47,85	642,38
12	484,71	314,52	79,75	820,75
14	450,50	136,27	256,75	576,00
15	497,20	113,91	357,00	638,50
16	93,31	46,62	59,25	158,75
17	97,83	49,04	43,75	212,50
18	113,35	47,48	66,25	172,50
19	202,28	98,13	96,25	365,75



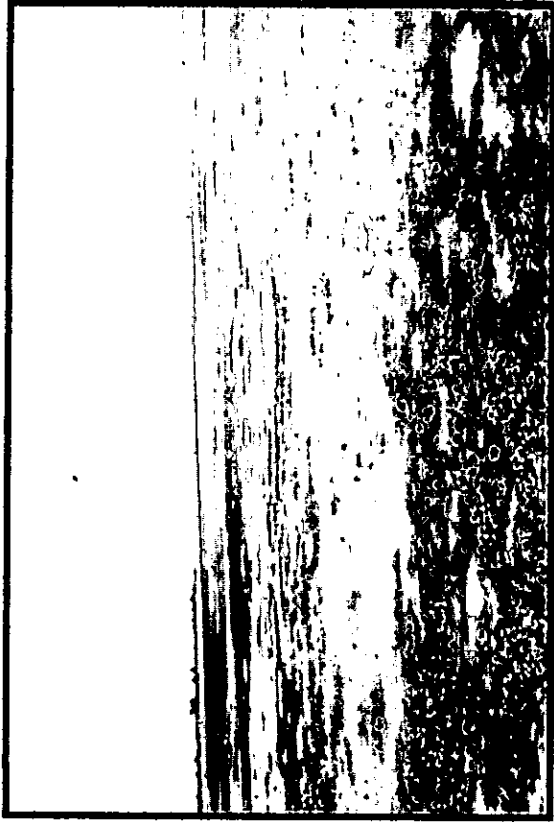
Anexo-13. Biomassa dos tapetes de ervas marinhas amostrados na Baía de Bazaruto.

Anexo-14. Biomassa acima do substrato (B.acima) e abaixo do substrato (B.abaixo) das ervas marinhas extraídas nos tapete amostrados na Baía de Bazaruto.

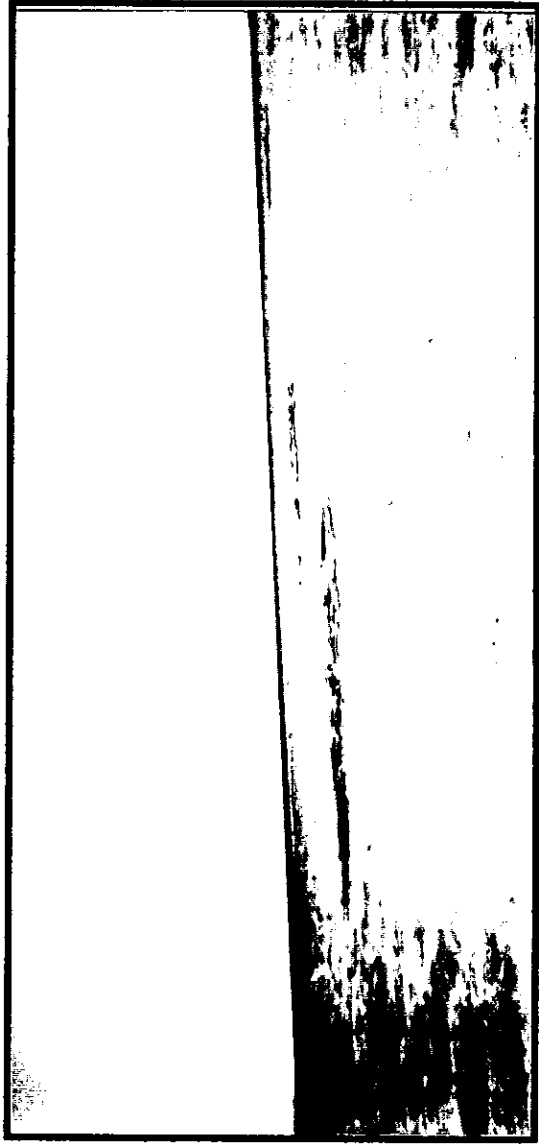
Tapete	Cr		Ho		Hu		Nc		Tc		Th	
	B.acima	B.abaixo	B.acima	B.abaixo	B.acima	B.abaixo	B.acima	B.abaixo	B.acima	B.abaixo	B.acima	B.abaixo
1	59,72	28,66	0,00	0,00	23,78	26,65	13,41	8,56	516,37	115,70	16,40	13,41
3	71,75	85,39	0,00	0,00	0,00	0,00	13,78	37,56	593,14	278,60	39,16	51,02
4	59,02	69,38	0,00	0,00	64,98	66,80	24,81	65,61	136,16	170,70	19,24	14,44
5	83,13	32,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,33	5,40
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	572,15	69,35	0,00	0,00
7	8,23	4,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	278,31	249,63	75,98	67,52
8	17,55	11,60	0,00	0,00	0,00	0,00	19,20	31,38	670,89	758,63	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	456,82	245,31	0,00	0,00
10	140,72	156,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	42,18	38,08	0,63	0,55	50,27	59,03	0,00	0,00	385,88	256,50	173,42	28,20
12	68,50	40,25	4,50	1,88	3,25	4,88	2,00	2,25	400,06	235,88	19,06	18,38
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	211,75	188,25	13,00	13,56
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	241,15	256,05	0,00	0,00
16	0,00	0,00	1,06	1,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,25	72,17
17	26,25	29,50	0,75	1,50	28,68	28,96	0,00	0,00	0,00	0,00	33,88	24,38
18	59,75	14,88	0,83	0,58	5,05	8,80	0,00	0,00	0,00	0,00	41,33	41,50
19	53,79	45,04	0,00	0,00	36,86	72,02	0,00	0,00	0,00	0,00	15,33	31,58



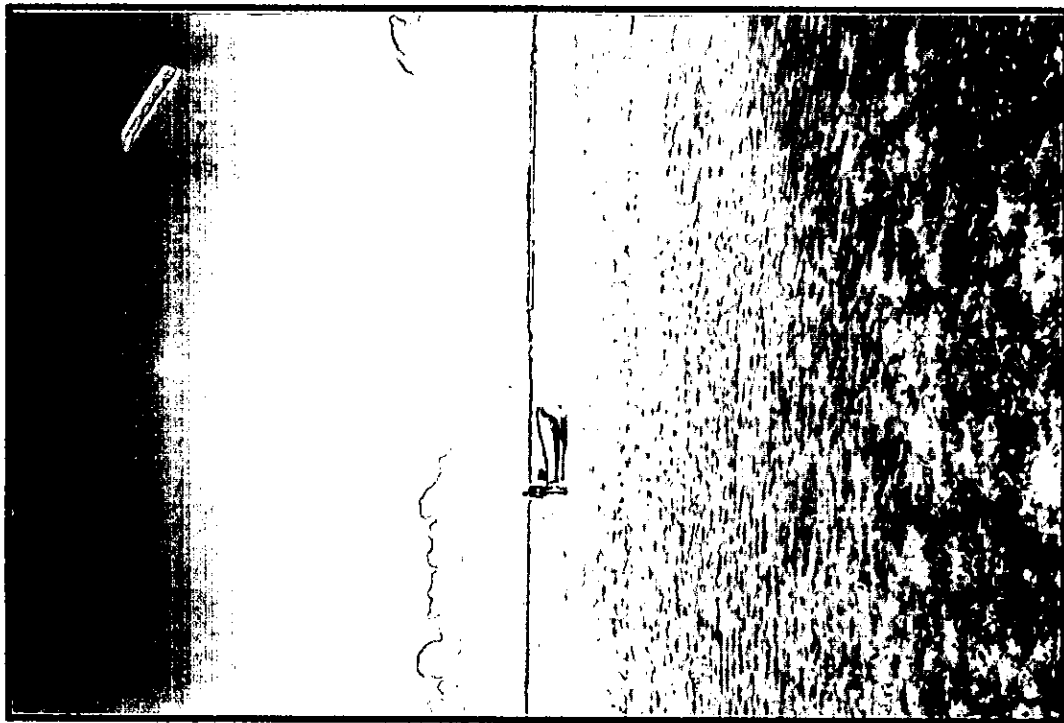
Vista da Ilha de Santa Carolina apartir de Inhassoro



Tapetes de ervas marinhas expostos (Inhassoro)



Pequenos tapetes de ervas marinhas submersos na Baía de Bazaruto.



Zona entre-marés com ervas ainda submersas.



Barco encalhado na zona entre-marés.



Algas que foram confundidas com ervas marinhas na Ilha de Bangué.



Espécie *Cymodocea rotundata* nos poucos locais onde apresentou-se exposta (Inhassoro).



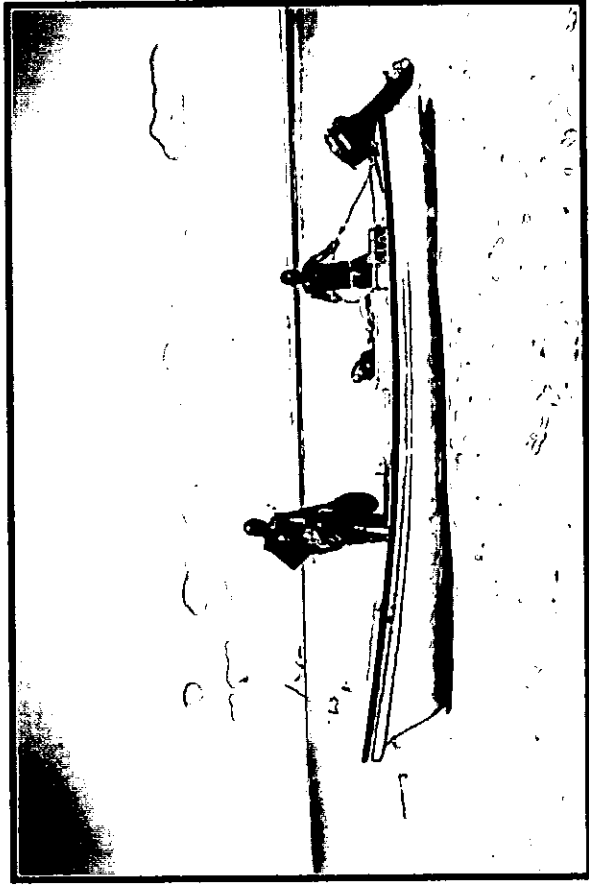
Espécie *Thalassodendron ciliatum* submersa.



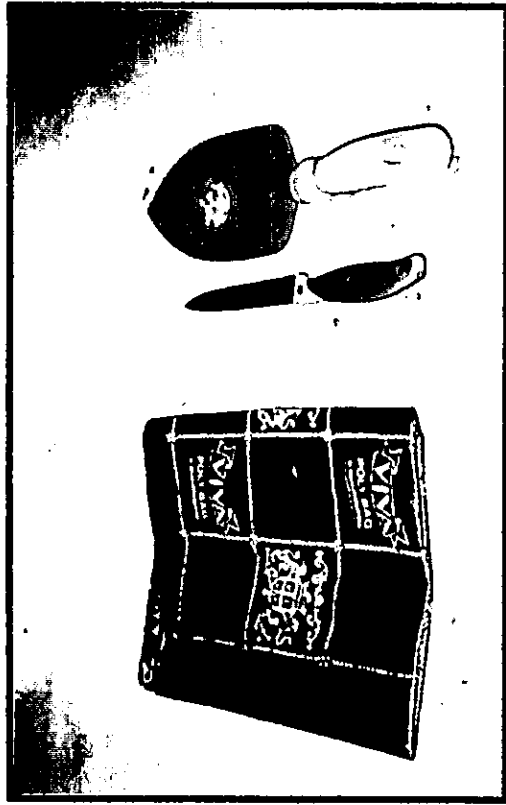
Observação de ervas marinhas submersas na Baía de Bazaruto.



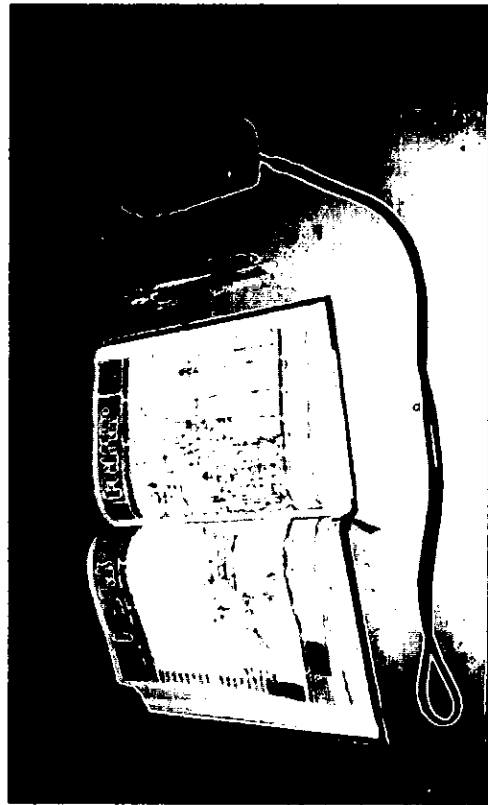
Amostragem de ervas marinhas na Baía de Bazaruto.



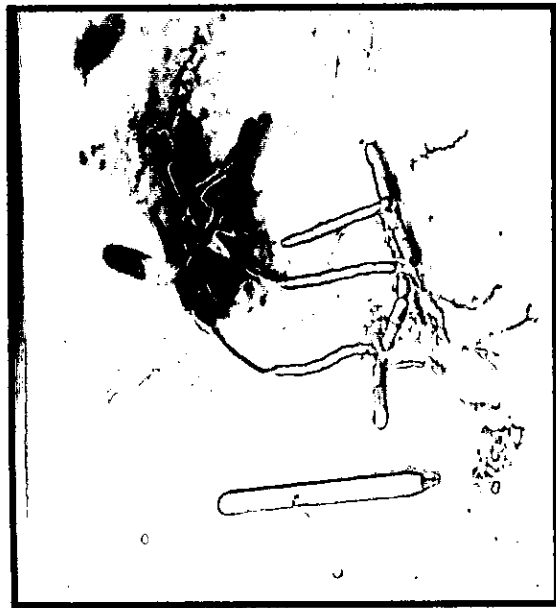
Desembarque depois da recolha de dados (Vilanculos).



Material usado para a recolha de dados e mergulho: saco plástico, faca, pá, óculos de mergulho e quadrícula.



Material usado para o estudo: caderno de anotações, lápis, GPS, Mapa da Baía de Bazaruto, Tabela de marés e manual de identificação.



Erva marinha da espécie *Thalassodendron ciliatum*.

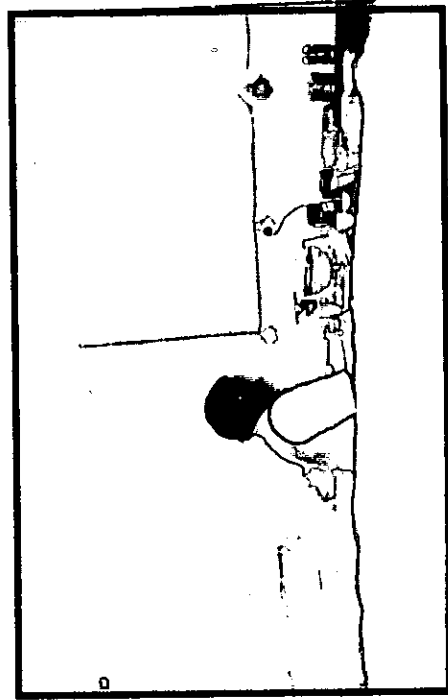


Componente abaixo do substrato da espécie *Thalassodendron ciliatum*.

Amostras de ervas marinhas em envelopes para posterior secagem na estufa á 80°C.



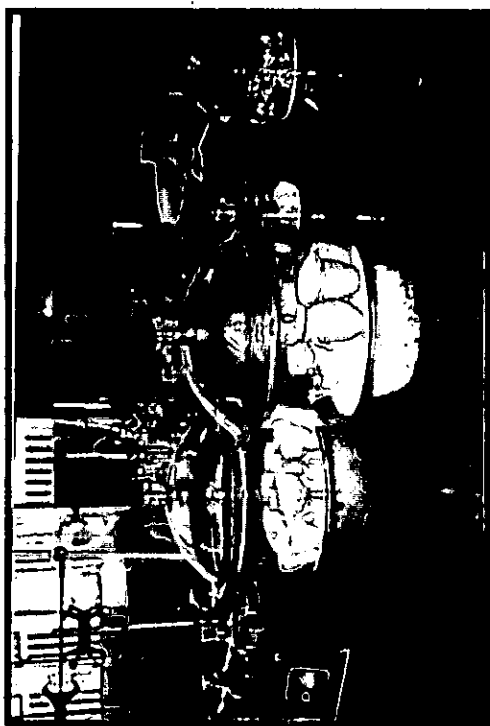
Estufa do DCB.



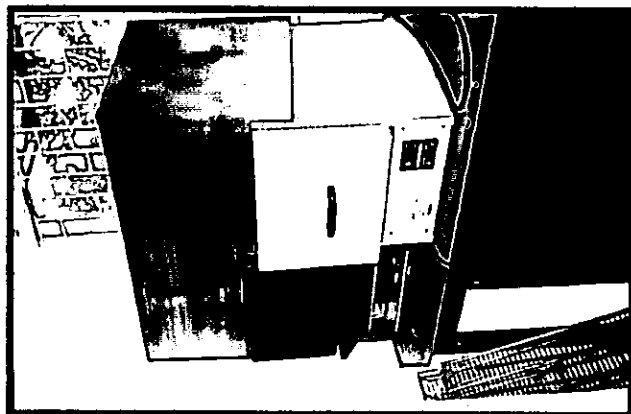
Análise de ervas marinhas no laboratório de DCB.



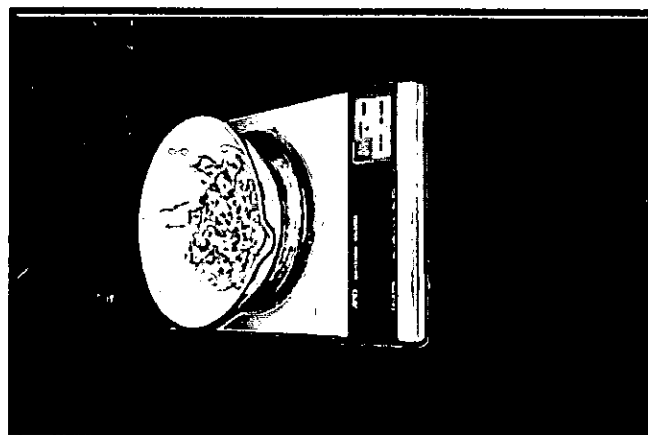
Amostras de ervas marinhas em cadinhos para posterior incineração na mufla á 550°C.



Arrefecimento das amostras
em excicador de cadinhos.



Mufla do DCB.



Pesagem de
amostras depois de
incineiradas

Espécie *Halodule uninervis*



Amostra depois de extraída do seu habitat.



Amostra limpa.



Amostra separada em componente acima e abaixo do substrato.



Amostra depois de incinerada.