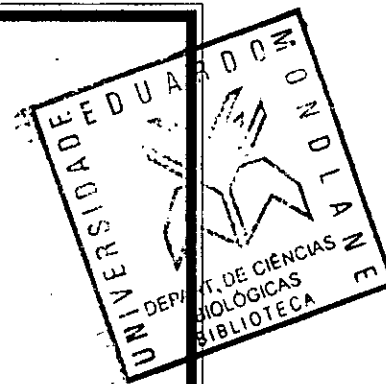


B10-199

ESSR.
DR. ALMEIDA

Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade de Ciências
Departamento de Ciências Biológicas



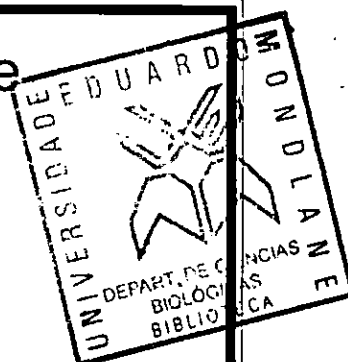
TRABALHO DE LICENCIATURA

**Efeitos do Esgoto Urbano nos Macrobentos
e Fauna Visitante do Mangal da Costa do Sol,
em Comparação com o Mangal da Ponta
Rasa e Mangal do Saco: um Estudo
Isotópico Duplo**



Autora: Ana Alexandra Araújo do Rosário

Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade de Ciências
Departamento de Ciências Biológicas



TRABALHO DE LICENCIATURA

Efeitos do Esgoto Urbano nos Macrobentos e Fauna Visitante do Mangal da Costa do Sol, em Comparação com o Mangal da Ponta Rasa e Mangal do Saco: um Estudo Isotópico Duplo

Autora: Ana Alexandra Araújo do Rosário

Supervisor: Dr. Adriano Macia

Maputo, Janeiro de 2006

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Projecto PUMPSEA pela oportunidade de efectuar o presente trabalho e por ter financiado a maior parte do mesmo. Obrigada a todos os membros deste Projecto que de alguma maneira me apoiaram, destacando o Gil Penha-Lopes.

Ao Dr. Adriano Macia, o meu profundo agradecimento por me ter cedido um tema e pelos momentos de apoio moral e técnico, troca de ideias e esclarecimento de dúvidas, mesmo fora de horas.

À dra. Daniela Abreu, obrigada pela ajuda técnica, por toda a amizade, carinho e apoio moral durante os meses de trabalho. Ao Carlos Litulo, obrigada pelo apoio técnico e moral nos momentos difíceis e na corrida contra o tempo.

Obrigada, à Dra. Aidate Mussagy pela disponibilização de algum material em falta para a realização do trabalho, ao Dr. Salomão Bandeira e a dra. Alice, obrigada pela ajuda na identificação das espécies botânicas. À dra. Cristina Beatriz pelas frases de apoio moral durante os intervalos do infundável trabalho laboratorial.

Obrigada ao Germano pelo apoio e companhia durante o trabalho e, ao Estação Nhaca, trabalhadores da Estação de Biologia Marinha e rapazes da Ilha da Inhaca, pelo apoio técnico e facilitação do trabalho durante a amostragem. Obrigada à Tânia Jamisse e outros colegas pelo apoio e companhia durante a estadia na Inhaca. Ao dr. Maurício Lipassula e Sabina Manhinque, pelo apoio técnico, disponibilização de material e companhia durante o trabalho laboratorial, obrigada.

Ao Dr. Steven Bouillon pelo material e tempo disponibilizado e todo o apoio moral e técnico, à Perrine Mangion por me ter confiado a sua casa e por todo o apoio moral e técnico ao longo do trabalho e, à Isabel Martinho e família pelo carinho durante a difícil estadia em Bruxelas.

Às minhas colegas e amigas Bia, Tida e Susi pelo apoio técnico e moral e companhia no laboratório ao longo deste trabalho, mas, acima de tudo pela cumplicidade, amizade e carinho ao longo do curso. À Mónica Pais e ao Ruca, obrigada pelo apoio técnico e moral. A todos os amigos ou colegas que de alguma forma me ajudaram durante o trabalho.

Finalmente, o meu profundo agradecimento ao Sheiss Nabi, por todo o amor e carinho, pelo apoio e por me fazer acreditar que conseguiria acabar o trabalho apesar das várias dificuldades encontradas ao longo do mesmo e, aos meus pais, Maria de Lurdes Araújo e Mário do Rosário, e irmão Nuno do Rosário, por toda a compreensão, carinho e apoio.

Ana Alexandra Araújo do Rosário

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que o presente trabalho foi por mim realizado e que a informação nele contida apenas reflecte a realidade.

Maputo, Janeiro de 2006

Ana do Rosário

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, **Maria de Lurdes Araújo (Milú)** e **Mário António do Rosário (Joca)**, que me apoiaram carinhosamente durante a vida toda e que sempre acreditaram em mim.

RESUMO

Nos meses de Setembro e Outubro de 2005, foram efectuadas amostragens no mangal poluído da Costa do Sol (áreas CSA1 e CSA2) (cidade de Maputo) e nos mangais não poluídos da Ponta Rasa e do Saco (ambos na Ilha da Inhaca). As amostras colectadas foram usadas para um estudo duplo de isótopos estaveis (efectuado numa universidade belga) para comparar os efeitos das descargas de esgoto no mangal e do uso dos mangais como latrina nas $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das comunidades macrobentónicas, da fauna visitante e das prováveis fontes de carbono e nitrogénio (sedimento, matéria orgânica particulada em suspensão e material vegetal). Foram também comparadas as possíveis fontes para cada espécie em cada mangal e estimado o nível trófico apenas com base na $\delta^{15}\text{N}$ das espécies encontradas.

As razões isotópicas de nitrogénio dos mangais poluídos e dos não poluídos em relação às espécies faunísticas e às prováveis fontes apresentaram-se, no geral, diferentes. No entanto, as diferenças entre as razões isotópicas de carbono dos dois tipos de mangal foram menos evidentes que entre as de nitrogénio, contudo, as espécies faunísticas apresentaram diferenças entre pelo menos uma área poluída e uma não poluída.

Não tendo sido possível identificar as fontes de C e N para a fauna visitante dos mangais poluídos, não foi efectuada uma comparação em relação às prováveis fontes, entre os mangais poluídos e os não poluídos. As prováveis fontes de carbono e nitrogénio das espécies comuns aos dois tipos de mangal, mostraram-se diferentes para as espécies *P.catenata* e *U.annulipes* e *C.decollata*. A quantidade de prováveis fontes de C e N contribuidoras para a dieta de *N. meinerti* e *P.guttatum*, foram diferentes entre os mangais poluídos e os não poluídos. As espécies, comuns aos dois tipos de mangal, aparentaram pertencer ao mesmo nível trófico em todos os mangais, tendo somente como base a $\delta^{15}\text{N}$.

LISTA DE ABREVIATURAS

- A.natalensis* – *Ambassis natalensis*
A.marina – *Avicennia marina*
B.gymnorrhiza – *Bruguiera gymnorrhiza*
C.decollata – *Cerithidea decollata*
C.diffusa – *Chenolea diffusa*
C.tagal – *Cerriops tagal*
L.argentimaculatus – *Lutjanus argentimaculatus*
L.scabra – *Littoraria scabra*
L.richardsonii – *Liza richardsonii*
M.depressus – *Macrophtalmus depressus*
N.meinerti – *Neosarmatium meinerti*
P.catenata – *Paresesarma cateanta*
P.guttatum – *Perisesarma guttatum*
P.indicus – *Penaeus indicus*
R.fecunda – *Ramalina fecunda*
R.mucronata – *Rhizophora mucronata*
S.portulacastrum – *Sesuvium portulacastrum*
T.jarbua – *Terapon jarbua*
U.annulipes – *Uca annulipes*
U. inversa – *Uca inversa*

C – Carbono

CSA1 – Costa do Sol Área 1

CSA2 – Costa do Sol Área 2

EBM – Estação de Biologia Marinha

IRMS – Isotope Ratio Mass Spectrometer (espectrómetro de massa de razão isotópica).

MOPS – Matéria orgânica particulada em suspensão

N – Nitrogénio

^{13}C – Isótopo estável pesado de carbono

^{15}N – Isótopo estável pesado de nitrogénio

$\delta^{13}\text{C}$ – Razão isotópica de carbono

$\delta^{15}\text{N}$ – Razão isotópica de nitrogénio

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1: Representação geral da Baía de Maputo

Figura 2: Localização do mangal da Costa do Sol

Figura 3: Localização do mangal da Ponta Rasa, na Ilha da Inhaca

Figura 4: Localização do mangal do Saco, na Ilha da Inhaca

Tabela 1: Interpretação dos gráficos AI-13, AI-14, AI-15 e AI-16 (no anexo I), relativos aos possíveis níveis tróficos, classificados como baixo, intermédio e alto, das espécies por área.

Tabela 2: Resumo das possíveis fontes, de carbono e nitrogénio, encontradas através da leitura dos gráficos de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ para cada espécie e em cada área.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. OBJECTIVOS | 5 |
| 1.1.1. <i>Objectivo Geral</i> | 5 |
| 1.1.2. <i>Objectivos específicos</i> | 5 |
| 1.2. HIPÓTESES | 5 |
| 2. METODOLOGIA | 6 |
| 2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 6 |
| 2.1.1. <i>Mangal da Costa do Sol (com descarga)</i> | 6 |
| 2.1.2. <i>Mangal da Ponta Rasa da Inhaca (sem descarga)</i> | 7 |
| 2.1.3. <i>Mangal do Saco da Inhaca (sem descarga)</i> | 9 |
| 2.2. COLECTA DE MATERIAL NO CAMPO..... | 12 |
| 2.2.1. <i>Sedimento, folhas de mangal, halófitas e matéria orgânica particulada em suspensão</i> | 13 |
| 2.2.2. <i>Macroepibentos</i> | 13 |
| 2.2.3. <i>Fauna visitante</i> | 13 |
| 2.3. TRATAMENTO LABORATORIAL | 14 |
| 2.3.1. <i>Sedimento, folhas de mangal e macroalgas</i> | 14 |
| 2.3.2. <i>Matéria Orgânica particulada em suspensão</i> | 14 |
| 2.3.3. <i>Crustáceos, moluscos e peixes</i> | 15 |
| 2.4. ANÁLISE ISOTÓPICA | 15 |
| 2.4.1. <i>Preparação para análise isotópica</i> | 16 |
| 2.4.2. <i>Análise isotópica</i> | 17 |
| 2.4.5. <i>Tratamento de Dados</i> | 18 |
| 2.4.5.1. <i>Determinar as $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das espécies e das possíveis fontes que ocorrem nos mangais em estudo</i> | 18 |
| 2.4.5.2. <i>Comparação dos dois tipos de mangal, com base nas diferenças entre $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das espécies comuns e das prováveis fontes</i> | 18 |
| 2.4.5.3. <i>Comparar os dois tipos de mangal em estudo com base nas prováveis fontes de C e N dos seus organismos</i> | 20 |
| 3. RESULTADOS | 22 |
| 3.1. DETERMINAÇÃO DAS $\Delta^{13}\text{C}$ E $\Delta^{15}\text{N}$ DAS ESPÉCIES E DAS POSSÍVEIS FONTES QUE OCORREM NOS MANGAIS EM ESTUDO | 22 |
| 3.1.1. <i>Mangais Sem Influência de Descargas Urbanas</i> | 22 |
| 3.1.2. <i>Mangais Sob Influência de Descargas Urbanas</i> | 24 |
| 3.2. COMPARAÇÃO DOS DOIS TIPOS DE MANGAL, COM BASE NAS DIFERENÇAS ENTRE $\Delta^{13}\text{C}$ E $\Delta^{15}\text{N}$ DAS ESPÉCIES COMUNS E DAS PROVÁVEIS FONTES | 25 |
| 3.2.1. <i>Comparação entre produtores primários</i> | 25 |
| 3.2.2. <i>Comparação entre macrobentos e comparação entre fauna visitante</i> | 26 |
| 3.2.3. <i>Comparação entre sedimento e comparação entre MOPS</i> | 28 |
| 3.3. COMPARAÇÃO DOS DOIS TIPOS DE MANGAL EM ESTUDO COM BASE NAS PROVÁVEIS FONTES DE C E N DOS SEUS ORGANISMOS | 29 |
| 3.3.1. <i>Mangais Sem Influência de Esgoto Urbano</i> | 29 |
| 3.3.2. <i>Mangais Sob Influência de Esgoto Urbano</i> | 31 |
| 4. DISCUSSÃO | 35 |
| 4.1. DETERMINAÇÃO DAS $\Delta^{13}\text{C}$ E $\Delta^{15}\text{N}$ DAS ESPÉCIES E DAS POSSÍVEIS FONTES QUE OCORREM NOS MANGAIS EM ESTUDO | 35 |
| 4.2. COMPARAÇÃO DOS DOIS TIPOS DE MANGAL, COM BASE NAS DIFERENÇAS DE $\Delta^{13}\text{C}$ E $\Delta^{15}\text{N}$ DAS ESPÉCIES COMUNS E DAS PROVÁVEIS FONTES | 38 |

| | |
|--|---------------|
| 4.2.1. <i>Comparação entre produtores primários</i> | 38 |
| 4.2.2. <i>Comparação entre macrobentos e comparação entre fauna visitante</i> | 41 |
| 4.2.3. <i>Comparação entre sedimento e comparação entre MOPS</i> | 42 |
| 4.3 COMPARAÇÃO DOS DOIS TIPOS DE MANGAL EM ESTUDO COM BASE NAS PROVÁVEIS FONTES DE C E N DOS SEUS ORGANISMOS | 44 |
| 4.3.1. <i>Caranguejos</i> | 44 |
| 4.3.2. <i>Gastrópodes</i> | 46 |
| 4.3.3. <i>Fauna visitante</i> | 47 |
| 5. CONCLUSÕES | 49 |
| 6. RECOMENDAÇÕES | 50 |
| 7. BIBLIOGRAFIA E SITES | 51 |
| ANEXO I – RESULTADOS | AI-I |
| ANEXO II – ESTATÍSTICA | AII-I |
| ANEXO III – DADOS GERAIS DO IRMS CORRIGIDOS | AIII-I |

1. INTRODUÇÃO

Floresta de mangal ou simplesmente mangal, é um ecossistema encontrado nas zonas entre marés entre a terra seca e o mar, que possui uma variedade de espécies de árvores e arbustos, sempre verdes, tolerantes à elevada salinidade das águas (Kalk, 1995; Richmond, 1997; Nybakken, 2001). Encontra-se distribuído por linhas costeiras tropicais e subtropicais de todo o mundo (Nybakken, 2001) e cresce em zonas abrigadas, particularmente baías e estuários (Richmond, 1997).

Os mangais são comuns no Norte e Centro de Moçambique ocorrendo também na parte Sul (Taylor *et al.* 2003).

Oito espécies de árvores de mangal são encontradas em Moçambique, a sua distribuição é determinada primariamente pelo gradiente de salinidade, profundidade da água e pelo pH e conteúdo de oxigénio dos solos. Estas espécies são *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Lumnitzera racemosa*, *Xylocarpus granatum*, *Sonneratia alba* e *Heritiera littoralis* (Kalk, 1995; Richmond, 1997; WWF, 2001).

A importância deste ecossistema, que possui uma elevada biodiversidade, tanto aquática como terrestre (Taylor *et al.* 2003), reside em vários aspectos: a sua produtividade e elevada disponibilidade de áreas protegidas, oferecendo habitat, local para desova e alimentação e áreas de viveiros para várias espécies de crustáceos, moluscos, poliquetos, pássaros, peixes e outros (Kalk, 1995; Richmond, 1997; Taylor *et al.* 2003). Os mangais fornecem nutrientes a habitats vizinhos como demonstrado em trabalhos como de Lee (1995) e Hemminga *et al.* (1994), sendo muito importantes para animais não exclusivamente a eles associados e para, por exemplo, zonas de ervas marinhas e recifes de coral a eles adjacentes (Hemminga *et al.* 1994; Lee, 1995; WWF, 2001; Taylor *et al.* 2003;).

O mangal forma uma barreira natural que protege a linha costeira da acção das ondas (Taylor *et al.* 2003), impede a penetração do sal marinho nas áreas agrícolas adjacentes e retém sedimentos derivados da terra protegendo assim o habitat marinho (Kalk, 1995, Richmond, 1997). Espécies filtradoras, que nele habitam, possuem um papel importante na reciclagem de nutrientes por se alimentarem de detritos ou de microorganismos que vivem nos detritos (Richmond, 1997; Taylor *et al.* 2003).

Na África Oriental, estas florestas costeiras, possuem também uma grande importância para a população humana, fornecendo produtos como, por exemplo, alimento, combustível, material de construção (madeira e cal) e produtos para a medicina tradicional (Kalk, 1995; Richmond, 1997; Taylor *et al.* 2003). Com o crescimento das populações humanas nas últimas décadas nesta região, e o conseqüente aumento de necessidades, tem, também, aumentado a pressão sobre os recursos de mangais (Taylor *et al.* 2003). Uma das grandes ameaças é a elevada exploração dos mangais para obtenção de material de construção e combustíveis (Richmond, 1997; WWF, 2001). Se grandes áreas forem devastadas, populações de espécies serão massivamente reduzidas (Taylor *et al.* 2003).

Pensa-se que os mangais tenham a capacidade de filtrar esgotos líquidos não tratados, diminuindo assim a poluição costeira (Tam, 1998). Por este motivo, os mangais foram considerados locais para onde se pode drenar resíduos de vários tipos, tendo assim surgido projectos como o PUMPSEA que visam investigar esta capacidade dos mangais, analisando os impactos ecológicos e sócio-económicos para que se desenvolva uma estratégia de construção, reflorestação e conservação de mangais para um segundo tratamento de efluentes domésticos ou para encorajar a filtração natural de esgotos usando os mangais como biofiltros.

Outra preocupação, sendo a que incentivou o presente trabalho, é que em muitas partes de Moçambique não existem sistemas de esgoto, sendo este, despejado directa ou indirectamente no mar, ou em zonas perto da costa juntamente com efluentes industriais e químicos tóxicos. Comunidades costeiras usam partes da praia e das florestas de mangal como áreas de latrina, assim, o aumento da população resultou num elevado nível de contaminação das águas costeiras com sérias consequências na saúde pública (Richmond, 1997; Taylor *et al.* 2003; WWF, 2001). A contínua e prolongada contaminação das águas costeiras por nutrientes derivados dos sistemas de esgoto pode alterar a composição das espécies dos habitats costeiros (Richmond, 1997), e esta alteração tem as suas repercussões na cadeia trófica dos sistemas. O estudo dos níveis tróficos das espécies e das prováveis cadeias tróficas em cada um dos mangais, pode ser feito com recurso ao método duplo de análises de isótopos estáveis: carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) e nitrogénio ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$).

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ de animais, geralmente, reflectem a composição isotópica das suas dietas (Gannes *et al.* 1997; Savage 2000). Autotróficos têm uma assinatura isotópica que reflecte o seu habitat e o seu estado fisiológico. Animais que se alimentam destes organismos incorporam os químicos da dieta nos seus tecidos, adquirindo o sinal isotópico da sua dieta (Wada *et al.*, 1991; Savage 2000). Razões de isótopos estáveis de carbono exibem pouco ou nenhum enriquecimento por nível trófico (DeNiro e Epstein 1978; Rau *et al.* 1983, Fry e Sherr 1984 citados por Savage 2000; Vander Zanden e Rasmussen, 2001), sendo úteis para identificar a selectividade de dieta num habitat com alimento de diferentes composições isotópicas e para clarificar os caminhos do fluxo do carbono. As razões de isótopos estáveis de nitrogénio, normalmente, enriquecem 2-5‰ ao longo da rede trófica, fornecendo, assim, alguma informação sobre a posição trófica do consumidor (DeNiro e Epstein 1978; Wada *et al.* 1991; Minagawa e Wada, 1984, citados por Savage 2000).

Desde 1950 muitos trabalhos sobre mangais da África Oriental foram publicados, sendo a maioria centrada no Kenya, alguns dos quais foram

efectuados por Hemminga *et al.* (1994) e Bouillon *et al.* (2004a). Poucos eram experimentais ou comparativos, a maioria constituía uma abordagem descritiva (Taylor *et al.* 2003). Infelizmente, pouco trabalho tem-se concentrado na transferência de energia em ecossistemas de mangal e consequentemente, não se tem uma boa percepção das relações tróficas e das cadeias tróficas (Taylor *et al.* 2003).

O presente trabalho terá como objectivo estudar os efeitos de descargas antropogénicas nos mangais. Para tal será considerada a designação de mangais "limpos" e "não limpos", embora esta seja incorrecta pois não se fez um estudo aprofundado sobre a poluição a que estas áreas estão sujeitas. No entanto, para facilitação da distinção entre os tipos de mangal escolheu-se usar estes termos, sendo "limpo" relativo a sem descargas de esgoto urbano e, "não limpo" relativo a mangais sob influência de esgoto urbano.

Para o alcance dos objectivos, foi amostrado um mangal "não limpo" (mangal da Costa do Sol, na cidade de Maputo) que se sabe que recebe descargas de esgoto e outros dois mangais "limpos" (mangal da Ponta Rasa e mangal do Saco, ambos na Ilha da Inhaca) que não recebem descargas de esgoto urbano. Foram comparados estatisticamente os sinais isotópicos das espécies comuns aos dois tipos de mangal ("limpos" e "não limpos") e comparadas as prováveis fontes de carbono e nitrogénio das espécies em cada mangal.

1.1. Objectivos

1.1.1. Objectivo Geral

- Analisar as razões isotópicas de Carbono e Nitrogénio dos organismos macrobentónicos em mangais com descargas antropogénicas e em mangais sem descargas e determinar as possíveis fontes tróficas.

1.1.2. Objectivos específicos

- Determinar as razões isotópicas de Carbono e Nitrogénio das espécies e das possíveis fontes que ocorrem nos mangais com descargas e das que ocorrem nos mangais sem descargas de esgoto.
- Comparar os dois tipos de mangal em estudo, tendo em conta as diferenças entre as assinaturas isotópicas das espécies comuns entre eles e das prováveis fontes
- Comparar os dois tipos de mangal em estudo, com base nas prováveis fontes de Carbono e Nitrogénio dos organismos nas respectivas comunidades

1.2. Hipóteses

- Se as descargas antropogénicas modificam a composição específica e de material sedimentado e em suspensão dos mangais, então, as razões isotópicas de Carbono e Nitrogénio dos organismos, das prováveis fontes, do sedimento e da matéria orgânica em suspensão, são diferentes entre os mangais recebendo descargas de esgoto e os sem descargas, causando, também, diferenças entre as ligações tróficas existentes nos dois tipos de mangais.

2. METODOLOGIA

2.1. Descrição da Área de Estudo

A Baía de Maputo localiza-se no Sul de Moçambique (figura 1), possui uma área de 960Km² e comunica-se a Norte com o Oceano Índico (Kalk, 1995). A baía é pouco profunda, sendo apenas um quinto com uma profundidade superior a 10m (na maré baixa) (Boer e Longamane, 1996 citados por Pereira *et al.* 2000). As marés da baía são, predominantemente, semi-diurnas, com uma escala máxima de 3.9 m (Hoguane *et al.* 1999; Pereira *et al.* 2000a).

A pluviosidade média anual é de 793 mm (dados de 1951-1997 do INAM, Maputo, citados por Pereira *et al.* 2000a) e as temperaturas médias mensais variam de 26°C em Janeiro a 19°C em Julho (dados de 1961-1990 do INAM citados por Pereira *et al.* 2000a).

As águas da Baía de Maputo possuem uma abundância relativa de nutrientes devido a fenómenos de rotação e reciclagem de águas mais frias e profundas e devido a nutrientes provenientes da água doce que flui para a baía pelos rios Incomati no Norte, Maputo e Umbeluzi a Sul (Impacto, 1996; Litulo, 2004).

2.1.1. Mangal da Costa do Sol (com descarga)

A Praia da Costa do Sol possui grandes áreas arenosas que ficam expostas nas mares baixas. Em algumas zonas encontram-se pequenos tapetes de ervas marinhas, dominados por *Zostera capensis*, *Enteromorpha spp.* e *Ulva spp.* (Bandeira, 1995 citado por Pereira *et al.* 2000a).

O mangal da Costa do Sol (figura 2) localiza-se na Baía de Maputo entre 25° 51' e 26° 18' de latitude (Litulo, 2004), 6km a Norte da Cidade de Maputo. A vegetação é dominada pela *Avicennia marina*, e ocorrem pequenos

aglomerados de *Rhizophora mucronata* (Hatton, 1995 citado por Pereira *et al.* 2000b; Litulo, 2004). Sabe-se que a praia de Maputo possui descargas de esgoto da cidade de Maputo, que o mangal da Costa do Sol possui descargas de esgoto vindos do Restaurante Costa do Sol e que sofre influência de águas descarregadas de um viveiro de mariscos. Sabe-se ainda, que é usado pela população como área de latrina, de despejo de lixo e como caminho de passagem.

Foram escolhidas duas áreas de amostragem no mesmo mangal, por apresentarem diferentes níveis de poluição. A área 1 (CSA1) localiza-se por trás do Condomínio Super-Marés, onde o terreno foi aterrado e apresenta alguns entulhos de obras. Esta área foi amostrada no dia 19 de Setembro de 2005 para a colecta de todo o material, excepto para a fauna visitante que foi colectada no dia 5 de Outubro de 2005. A CSA1 apresenta muitos caranguejos da família Sesarminae. A área 2 (CSA2) localiza-se próximo ao Bairro do Triunfo, e, por estar muito próxima da estrada, apresenta grandes quantidades de lixo sólido (vidros, cartões, plásticos, etc.). Esta área foi amostrada no dia 20 de Setembro de 2005 para a colecta de todo o material, excepto para a fauna visitante que foi colectada no dia 5 de Outubro de 2005. Apresenta unicamente *Avicennia marina* e muitos caranguejos Sesarminae.

2.1.2. Mangal da Ponta Rasa da Inhaca (sem descarga)

A Ilha da Inhaca faz parte da Baía de Maputo, situando-se na latitude 26°S, e longitude 33°E, 32 km a Este da cidade de Maputo. Faz parte da barreira que protege a Baía de Maputo do Oceano e possui 11km de comprimento e 6 de largura (Hoguane *et al.* 1999). Localiza-se na região de transição do clima temperado a tropical, com verões quentes e húmidos (Novembro a Abril) e invernos frios e secos (Maio a Outubro) (Kalk, 1995). Apresenta uma temperatura média de 23°C (de Boer, 2000) e a precipitação média anual, desde

a década de 1980, é de 800 mm devido a seca. Nos meses chuvosos (Janeiro e Fevereiro) a precipitação média diária é de 145mm, sendo nos meses pouco chuvosos 25mm. A humidade relativa é de cerca de 77% e evaporação de 25%, sendo mais alta no verão que no inverno (Kalk, 1995). O seu padrão de marés é semi-diurno apresentando uma amplitude máxima, nas marés vivas, de 3,9m (de Boer e Longamane 1996, citados por Macia, 2004b).

O mangal da Ponta Rasa localiza-se na parte sudoeste da Ilha da Inhaca (26°S), no lado Este da Baía de Maputo (figura 3). Um único canal liga a baía de Maputo ao estreito da Ponta Rasa. Este canal possui 500m de comprimento, 3m de largura e uma profundidade média de 1m na maré baixa. O estreito é cercado por um pântano com uma área de 0.2km², da qual 70% está coberta por vegetação de mangal. O mangal é inundado duas vezes por dia nas marés vivas, onde a variação da maré é de 1m. O estreito localiza-se a cerca de 0.6m acima do nível médio do mar, mas não seca completamente em marés baixas pois existe uma barreira arenosa que evita que a água do estreito seja completamente drenada para o mar. No entanto, o pântano seca completamente na maré baixa, deixando apenas alguns charcos. Não há rios a fornecer água ao pântano, sendo a chuva a maior fonte de água doce do sistema (Hoguane *et al.* 1999). Este mangal é usado pela população como caminho de ligação entre o interior da Ilha e a praia.

A amostragem, no mangal da Ponta Rasa, foi efectuada numa área de 15m² na região dominada pela espécie de mangal *A. marina*, visto o mangal da Costa do Sol só possuir regiões dominadas por esta associação. A amostragem de macroepibentos foi feita no dia 4 de Outubro de 2005 durante a maré baixa diurna da maré viva e a da fauna visitante durante a maré cheia nocturna.

2.1.3. Mangal do Saco da Inhaca (sem descarga)

O Saco da Inhaca (figura 4), localizado na parte sul da Ilha da Inhaca, é uma pequena baía semi-fechada com uma área total de 60ha. É limitada por uma floresta de mangal, onde a *A. marina* é a espécie dominante (Kalk, 1995). A parte mais extensa e densa, ocorre entre a parte sub e a supralitoral (dominadas pela *A. marina*), e é composta pela *Cerriops tagal* e *Bruguiera gymnorrhiza*, com a *Rhizophora mucronata* alinhada ao longo dos canais e riachos (de Boer, 2000; Macnae e Kalk, 1962, citado por Macia, 2004b). A floresta de mangal do Saco ocupa uma área de 209ha (de Boer *et al.* 2000). Perto da floresta de mangal ocorre uma área de ervas marinhas, tornando esta baía do Saco um agrupamento de diversos ambientes conectados, que oferecem abrigo e alimento para uma fauna diversa (Rönnbäck *et al.*, 2002; de Boer *et al.*, 2001, citado por Macia, 2004b).

O mangal do Saco possui uma pequena vila junto à barreira supralitoral, cuja população foi vista a usar o mangal como área de latrina. No entanto, este mangal, não recebe descargas de esgoto urbano. A amostragem de macroepibentos decorreu no dia 3 de Outubro, durante a maré baixa diurna da maré viva e a da fauna visitante durante os dias 3 e 4 de Outubro de 2005 durante a maré cheia diurna. Todo o material foi colectado dentro de uma área de 15m², na área supralitoral dominada pela *A. marina*.

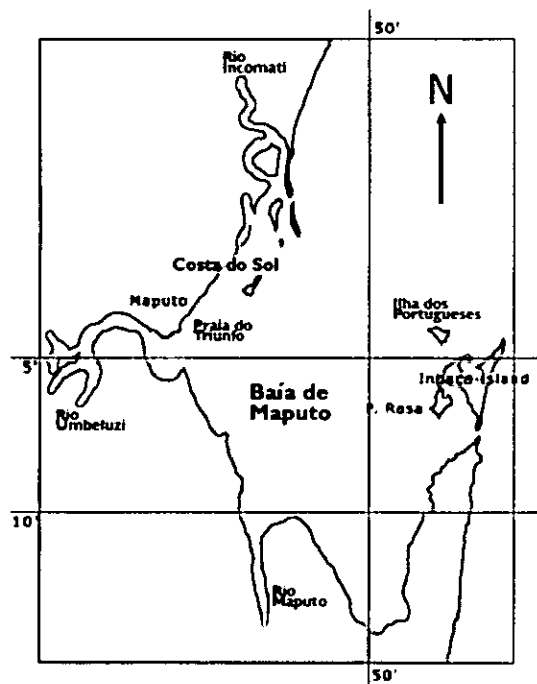


Figura 1: Representação geral da Baía de Maputo (fornecido por Carlos Litulo).

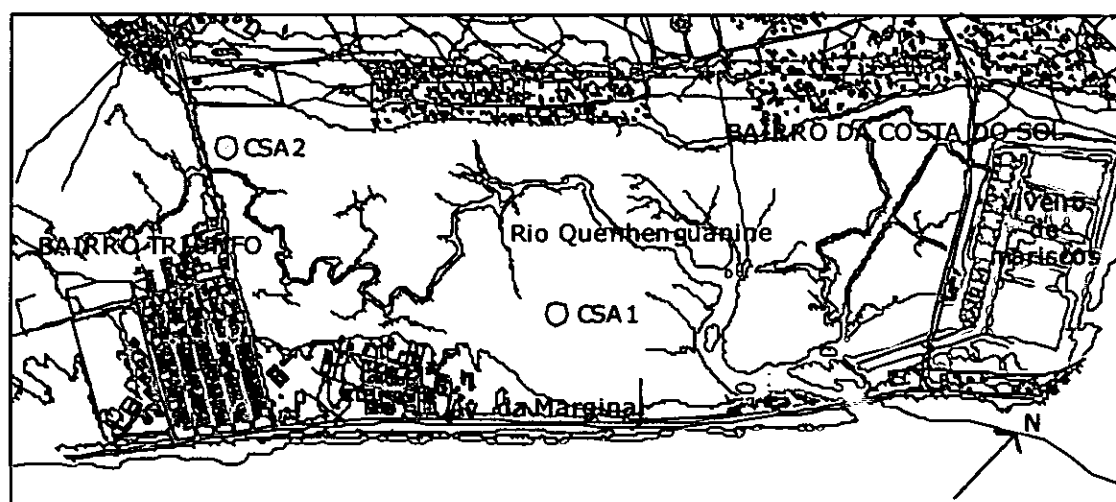


Figura 2: Localização do mangal da Costa do Sol, onde CSA1 e CSA2 representam as zonas de amostragem. (1994, adaptado de mapa fornecido por Eng.º Sheiss Nabi).

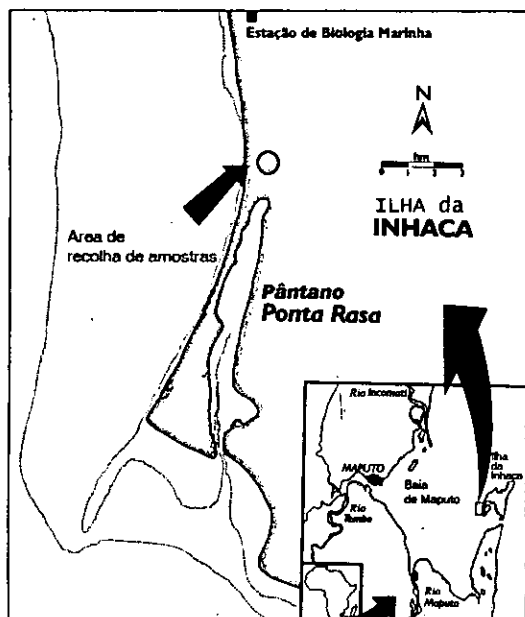


Figura 3: Localização do mangal da Ponta Rasa, na Ilha da Inhaca (adaptado de Flores *et al.* 2002).

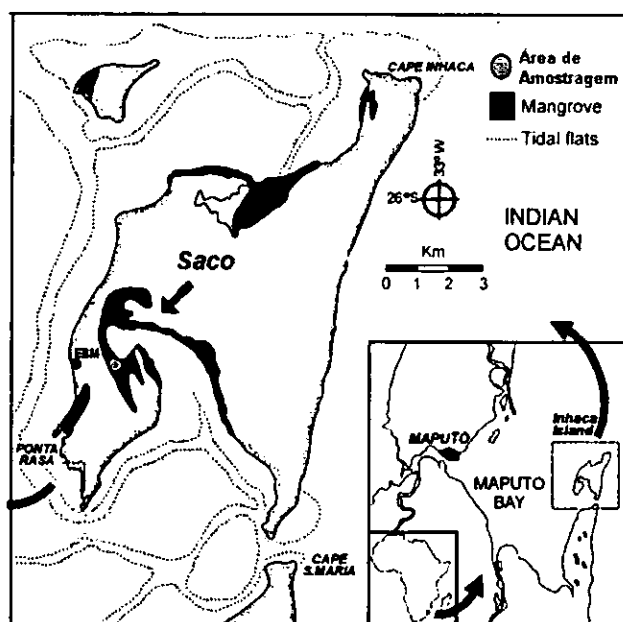


Figura 4: Localização do mangal do Saco, na Ilha da Inhaca (adaptado de Flores *et al.* 2005).

2.2. Colecta de Material no Campo

O material foi recolhido em zonas de *Avicennia marina*, nas três áreas de estudo acima descritas, devido ao facto de no mangal da Costa do Sol não haver uma quantidade significativa de outras associações para uma comparação entres os 3 mangais. Cada área de amostragem foi de 15m². No mangal da Costa do Sol, foram amostradas duas áreas (CSA1 e CSA2) de 15m² visto que uma (CSA2) apresenta maior quantidade de lixo sólido que outra.

Foi empregue um grande esforço para colher o material necessário para alcançar os objectivos estabelecidos, tendo sido colhido cerca de 15mg (3 replicados de 5mg) do peso seco de cada material. Para algumas não foi possível obter os 3 replicados, devido ao reduzido número ou tamanho dos indivíduos encontrados, tendo sido usados apenas 2 ou 1, nestes casos, os replicados não eram constituídos por um único indivíduo mas sim por um grupo deles.

O material incluiu sedimento, matéria orgânica particulada em suspensão, uma parte vegetal macrobentónica (folhas de árvores de mangal e halófitas), outra animal epibentónica (caranguejos e moluscos) e outra de fauna visitante (camarões e peixes). Havia a intenção de colectar ervas marinhas e macroalgas, no entanto, não foram encontradas nem perto nem dentro de nenhuma área de amostragem.

Após a colheita, todo o material foi guardado fresco em sacos de plástico ou frascos devidamente rotulados, indicando o local de colecta (Mangal da Costa do Sol 1 ou 2, Mangal da Ponta Rasa, ou, Mangal do Saco), o material colhido e a data de recolha. Os sacos plásticos e os frascos foram então conservados em gelo dentro de uma caixa térmica, não podendo, o material, ser exposto a preservantes químicos para não alterar a composição química dos tecidos (Stoner e Zimmerman, 1988; Gearing, 1991; Bouillon, 2003).

2.2.1. Sedimento, folhas de mangal, halófitas e matéria orgânica particulada em suspensão

A assinatura isotópica de folhas de árvores de mangal não mostra mudanças significativas com a decomposição (Dehairs *et al.* 2000), por isso, colectar folhas verdes ou já senescentes não muda a composição isotópica. Durante a maré baixa diurna foram colectadas, à mão no local, dez folhas vivas de cada espécie de árvore presente e folhas de halófitas suficientes de cada espécie presente no local.

Foram recolhidos três replicados de sedimento à mão, até uma profundidade de cerca de 0.5cm, durante a maré baixa diurna, em cada área de amostragem (Abreu, 2003).

Para a matéria orgânica particulada em suspensão, recolheu-se, em cada local de amostragem, 600ml de água em três frascos, durante o pico da maré cheia.

2.2.2. Macroepibentos

Na maré baixa diurna, os caranguejos foram apanhados à mão do chão ou retirados de dentro das suas galerias com ajuda de uma pá e os moluscos, que se encontravam nos troncos ou nas folhas, foram também colectados à mão (Bouillon, 2003).

2.2.3. Fauna visitante

O camarão e os peixes foram colectados usando pequenas redes de arrasto manual e armadilhas com malhas de 1 e 2mm, durante marés enchentes e vazantes diurnas e nocturnas.

2.3. Tratamento Laboratorial

Todo material recolhido foi conservado no frigorífico, sendo apenas retirado deste na altura de ser usado. O tratamento laboratorial foi feito no laboratório de Ecologia do Departamento de Ciências Biológicas. Os organismos foram taxonomicamente identificados até à espécie, excepto alguns camarões que se chegou apenas à Infraordem Caridea, e um produtor primário que foi identificado apenas até à família Gramineae.

2.3.1. Sedimento, folhas de mangal e macroalgas

As folhas de mangal e as halófitas foram limpas à lupa, com uma pinça ou bisturi, para retirar todos os epibentos nelas encrostados (Newell et al. 1995) e lavadas várias vezes com água destilada. Foram colocadas, em separado, em papel de alumínio e, posteriormente, foram secas a 60°C durante, pelo menos, 3 dias numa estufa (Gearing, 1991; Bouillon, 2003). Após a secagem todas as amostras foram conservadas em papel de alumínio, para depois serem transformadas num pó homogéneo (Chong et al. 2001).

2.3.2. Matéria Orgânica particulada em suspensão

Filtros de Whatman GF/F (47mm, 0.7µm) foram colocados na mufla durante cerca de 4 horas a 450°C (Gearing, 1991) e depois usados para a filtração da água recolhida dos mangais. Estes foram secos na estufa durante 24 horas e, em seguida, conservados em papel de alumínio até posterior tratamento (Bouillon, 2003).

2.3.3. Crustáceos, moluscos e peixes

Para os caranguejos, usou-se o músculo dos membros depois de se ter retirado o exoesqueleto, mas, para indivíduos muito pequenos (<1.0cm de comprimento de carapaça), os membros foram usados mesmo com o exoesqueleto tendo em conta que este processo contamina a amostra com carbonatos, que, depois, podem ser eliminados por acidificação (Gearing, 1991; Bouillon, 2003). Nos camarões retirou-se o exoesqueleto e o tracto digestivo, ficando-se apenas com a parte muscular. Para os peixes foi retirada a parte muscular junto à barbatana caudal e para os gastrópodes partiu-se a concha e retirou-se o indivíduo inteiro. Os tecidos musculares foram então lavados várias vezes com água destilada (Stoner e Zimmerman, 1988; Abreu 2003). Deve-se isolar o mesmo tipo de tecido em todos os animais para uma análise isotópica, de forma a atingir uma heterogeneidade isotópica (Fantle *et al.* 1999; Savage 2000). Diferentes tecidos possuem taxas de assimilação diferentes. O músculo reflecte a dieta até cerca de 25 dias e é o tecido mais adequado e fácil de trabalhar (Tieszen *et al.* 1983; Gearing, 1991; Savage, 2000).

Os tecidos musculares dos diferentes grupos de animais (incluindo os membros dos caranguejos de tamanho pequeno que continham o exoesqueleto) foram colocados, em separado, em papel de alumínio e colocados numa estufa a 60°C durante, pelo menos, 3 dias (Bouillon, 2003).

2.4. Análise Isotópica

Todo o material conservado em papel de alumínio e o sedimento ainda congelado em frascos, foi transportado para o Departamento de Química Analítica e Ambiental na Vrije Universiteit Brussel, em Bruxelas, na Bélgica onde foi feita a análise dos isótopos estáveis de carbono e nitrogénio num IRMS espectrómetro de massa.

2.4.1. Preparação para análise isotópica

O sedimento foi seco a frio (*freeze drying*) durante 24 horas, visto não ocorrer diferenças entre material seco a frio ou na estufa (Bosley e Wainright 1999, Kaehler e Pakhomov 2001, citados por Bouillon, 2003).

Depois de seco, o material vegetal, o animal e o de sedimento, foram moídos em almofarizes para obter um pó homogéneo (Stoner e Zimmerman, 1988; Bouillon *et al.* 2002a; Bouillon 2003) e introduzido em pequenos frascos devidamente rotulados (nome da espécie, número de replicado e área de amostragem). Nos casos em que o material vegetal fosse difícil de se tornar num pó homogéneo, usou-se nitrogénio líquido para que fosse mais fácil (Bouillon, comunicação pessoal). Depois de moídas, as amostras foram conservadas em pequenos frascos de plástico devidamente rotulados (nome da espécie ou tipo de material, número de replicado e área de amostragem).

Depois de todo o material moído passou-se à preparação das amostras para a análise isotópica. Foram analisados 3 replicados de cada amostra, excepto para algum material que só possuía 2 ou 1 replicados. Para a análise de cada replicado, era necessário 1mg do pó homogéneo, excepto para o sedimento que foram necessários entre 2 e 4mg, pesado numa balança de precisão e introduzido em pequenas cápsulas de prata. O material foi posteriormente acidificado (ácido clorídrico a 5%), para retirar o carbonato que pudesse estar presente na amostra, usando uma pipeta e colocado novamente na estufa durante 12 horas (Bouillon 2003). Trabalhos de Bosley e Wainright (1999) (citado por Bouillon, 2003) e Fantle *et al.* (1999) mostraram não ocorrer diferenças nas $\delta^{13}\text{C}$ ou $\delta^{15}\text{N}$ quando os tecidos eram acidificados.

Os filtros, antes conservados em papel de alumínio, foram acidificados num dessecador contendo ácido clorídrico a 37% durante 8 horas para retirar todo o carbonato, foram, então, colocados, novamente, na estufa durante 48 horas (Bouillon, 2003). Após a secagem, cortou-se um terço de cada um deles, e cada

parte (terço) foi dobrada e colocada dentro de uma pequena cápsula de prata que foi depois fechada (Bouillon, comunicação pessoal).

Antes da introdução das cápsulas de prata com amostras no espectrómetro de massa, foram preparados *standards* para carbono e nitrogénio (1mg de sacarose e 0.4mg de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, respectivamente), para o sedimento, usou-se ainda cerca de 0.4mg de *standard* acetaldeído. Os *standards* foram também colocados nas cápsulas de prata. Todas as cápsulas foram fechadas, incluindo duas vazias para servirem de controle e foram postas no espectrómetro de massa (Bouillon, 2003; Bouillon, comunicação pessoal).

2.4.2. Análise isotópica

Foram feitas 7avas de análises, visto que o espectrómetro de massa só analisava 50 cápsulas de cada vez.

A medição das razões isotópicas de carbono e nitrogénio requer, inicialmente, a conversão quantitativa de carbono (orgânico e/ou inorgânico) e/ou nitrogénio presentes nas amostras, em CO_2 e/ou N_2 . Apenas sob estas formas, as razões isotópicas podem ser adequadamente medidas num IRMS (Bouillon, 2003)

Primeiro faz-se uma combustão da amostra num analisador de elementos (Carlo Erba NA 1500), seguida de uma separação criogénica e purificação dos gases resultantes (CO_2 ou N_2) numa linha de extracção em vácuo, e por fim faz-se a medição da composição isotópica de CO_2 ou N_2 no IRMS (ver Bouillon, 2003, para uma descrição mais detalhada do processo).

Os valores das razões isotópicas de carbono e de nitrogénio foram calculados segundo as seguintes equações (Primavera, 1996; Savage, 2000; Vander Zanden e Rasmussen, 2001; Bouillon, 2003):

$$\delta^{13}\text{C}\text{‰} = \left[\frac{(^{13}\text{C} / ^{12}\text{C})_{\text{amostra}}}{(^{13}\text{C} / ^{12}\text{C})_{\text{standard}}} - 1 \right] * 1000$$

$$\delta^{15}\text{N}\text{‰} = [(15\text{N} / 14\text{N})_{\text{amostra}} / (15\text{N} / 14\text{N})_{\text{standard}} - 1] * 1000$$

Onde δ (del) representa a notação *standard* para a razão isotópica, cujos valores mais positivos indicam um enriquecimento e os mais negativos uma depleção do isótopo mais pesado ^{13}C do carbono e do isótopo mais pesado ^{15}N em relação às amostras *standard* usadas (Savage, 2000). Os standards incluíram IAEA-C6 (sacarose, referência de $\delta^{13}\text{C} = -10.4 \pm 0.1\text{‰}$) e IAEA-N1 (sulfato de amónia, valor de referência de $\delta^{15}\text{N} = +0.43 \pm 0.07 \text{‰}$) (Bouillon, 2003).

2.2.5. Tratamento de Dados

2.2.5.1. Determinar as $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das espécies e das possíveis fontes que ocorrem nos mangais em estudo

Para atingir este objectivo específico fez-se apenas a correcção, com os *standards* e cápsulas vazias, dos resultados obtidos no espectrómetro de massa (ver Anexo III, tabela AIII-i).

2.2.5.2. Comparação dos dois tipos de mangal, com base nas diferenças entre $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das espécies comuns e das prováveis fontes

Recorreu-se à estatística para a comparação entre o mangal que recebe descargas de esgoto e os que não recebem, usando-se as razões isotópicas de espécies comuns a pelo menos uma área sob influência das descargas e umasem influência.

Os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância foram testados usando respectivamente os gráficos de distribuição dos dados e o teste de Levene. Quando estes pressupostos eram comprovados, usou-se o teste paramétrico ANOVA Univariada, e caso este teste mostrasse haver diferenças,

aplicou-se o teste post-hoc de Tukey HSD. Nos casos em que os pressupostos de normalidade ou homogeneidade não foram comprovados, tentou-se transformar os dados; quando as transformações não alteravam os pressupostos, usou-se o teste não paramétrico ANOVA Kruskal-Wallis para mais de duas amostras independentes, e, quando este demonstrava haver alguma diferença entre as áreas, aplicou-se o teste de post-hoc para o ANOVA Kruskal-Wallis. Quando ambos testes de *post-hoc* (teste de Tukey HSD para testes paramétricos e *post-hoc* para o não paramétrico de Kruskal-Wallis) não identificassem as diferenças entre as áreas, compararam-se as áreas duas a duas. Para tal, voltaram-se a testar os pressupostos de normalidade e homogeneidade em cada grupo de 2 áreas a comparar. No caso dos pressupostos serem comprovados, aplicou-se o Teste t para duas amostras independentes e quando um dos pressupostos não fosse comprovado aplicou-se o teste U de Mann-Whitney para comparação entre 2 amostras independentes.

Os dados foram tratados usando o programa estatístico de computador, STATISTICA 6.0, excepto quando necessário usar o teste de *post-hoc* para o teste não paramétrico Kruskal-Wallis ANOVA, que foi neste caso usado o programa estatístico de computador Statistix 8.0.

ANOVA Univariada foi usada para comparação de $\delta^{13}\text{C}$ entre as áreas para: *Avicennia marina*, *Cerriops tagal*, *Rhizophora mucronata*, *Sesuvium portulacastrum*, *Neosarmatium meinerti*, *Perisesarma gutatum*, *Liza richardsonii*, *Cerithidea decollata* e *Littoraria scabra*; e para a comparação de $\delta^{15}\text{N}$ para: *A. marina*, *C. tagal*, *R. mucronata*, *S. portulacastrum*, *N. meinerti* e sedimento.

Kruskal Wallis foi usado para comparação das razões isotópicas de carbono para *Chenolea diffusa*, *Parasesarma catenata* e sedimento e para razões isotópicas de nitrogénio de *P. gutatum*, *L. richardsonii*, *C. decollata* e *L. scabra*.

O teste t foi necessário para a comparação entre as áreas de $\delta^{15}\text{N}$ das espécies *C. diffusa* e *C. decollata*, e na comparação de $\delta^{13}\text{C}$ para *P. catenata*. O teste U

de Mann-Whitney foi necessário somente para a comparação das razões isotópicas de carbono do sedimento das diferentes áreas.

Quando não houvesse replicados suficientes, de uma espécie comum a pelo menos uma área com descargas de esgoto urbano e outro sem estas descargas, para a comparação de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$, fez-se uma comparação não estatística, apenas por observação. Tal aplicou-se para o peixe *Ambassis natalensis*, para o camarão carídeo e para o caranguejo *Uca annulipes*.

2.2.5.3. Comparar os dois tipos de mangal em estudo com base nas prováveis fontes de C e N dos seus organismos

Para a determinação das prováveis fontes de carbono e nitrogénio foram comparados os valores das razões isotópicas de cada espécie de mangal encontrada com os valores das razões isotópicas das possíveis fontes (folhas de mangal, halófitas, sedimento e matéria orgânica em suspensão), para tal, foram elaborados gráficos de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ com as razões isotópicas das prováveis fontes e das espécies encontradas, estes gráficos permitem a observação do enriquecimento das razões isotópicas por nível trófico.

Alguns autores consideram, geralmente, um enriquecimento de 0 a 1‰ para $\delta^{13}\text{C}$ por nível trófico (De Niro e Epstein, 1978) e outros (Vanderklift & Ponsard 2003, citados por Bouillon et al. 2004b) consideram um enriquecimento de 0 a 2‰. Para $\delta^{15}\text{N}$, muitos consideram um aumento médio de 2.7 a 3.4‰ (Bouillon 2003). No entanto, é preciso ter em conta aspectos como: (1) a Variabilidade Ecológica que corresponde ao intervalo de valores de 0.2 a 2.0‰ de desvio padrão encontrados em animais da mesma espécie criados em ambientes similares e alimentados com o mesmo alimento (De Niro e Epstein 1978; Tieszen et al. 1983; Teeri e Schoeleo 1979, Fry 1981, Anderson et al. 1987, citados por Gearing, 1991), (2) a Variabilidade Analítica que é o erro associado ao espectrómetro de massa cotado em ± 0.1 a 0.3‰ dependendo do tipo de

espectrómetro usado (Gearing, 1991) e (3) a variação do grau de fraccionamento com a função taxonómica, tipo de alimento e factores ambientais (Vanderklift & Ponsard 2003, citados por Bouillon et al. 2004b). Deste modo, foram admitidos valores de enriquecimento por nível trófico de -1 a 2‰ para carbono e de 2 a 5‰ para nitrogénio.

3. RESULTADOS

3.1. Determinação das $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das espécies e das possíveis fontes que ocorrem nos mangais em estudo

Nos anexos encontra-se a tabela AI-1, onde são apresentados os organismos encontrados durante o estudo, sendo indicada a espécie, o grupo a que pertencem e a área onde foram encontradas e a tabela AI-2, onde são apresentados os valores das razões isotópicas de carbono e nitrogénio dos produtores primários, fungos, fauna, sedimento e MOPS em cada área sob influência das descargas urbanas e sem descargas.

3.1.1 Mangais Sem Influência de Descargas Urbanas

Nas duas áreas sem *inputs* de esgoto urbano, Mangal da Ponta Rasa e Mangal do Saco, foram encontradas as mesmas espécies vegetais, nas quais 3 eram árvores de mangal (*A. marina*, *C. tagal* e *R. mucronata*), 3 halófitas (*C. diffusa*, *S. portulacastrum* e *Salicornia sp.*) e uma gramínea cuja espécie não foi possível identificar. A composição isotópica média para as espécies de mangal, para as halófitas e para a gramínea, nas duas áreas, foram para $\delta^{13}\text{C}$ $-25.64 \pm 1.06\text{‰}$, $-25.47 \pm 1.98\text{‰}$ e $-13.05 \pm 0.22\text{‰}$ e para $\delta^{15}\text{N}$ foram $2.99 \pm 1.82\text{‰}$, $4.86 \pm 2.31\text{‰}$ e $2.71 \pm 0.47\text{‰}$, respectivamente.

Para o sedimento o valor médio de $\delta^{13}\text{C}$ foi de $-24.90 \pm 0.20\text{‰}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ $5.81 \pm 1.37\text{‰}$ para o Mangal da Ponta Rasa, enquanto que para o Mangal do Saco, o valor médio de $\delta^{13}\text{C}$ foi de $-22.82 \pm 1.62\text{‰}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ $7.14 \pm 1.20\text{‰}$. Para matéria orgânica particulada em suspensão, o Mangal da Ponta Rasa apresentou os valores de -25.78‰ e -25.47‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e 3.39‰ e 3.94‰ para $\delta^{15}\text{N}$ e o Mangal do Saco apresentou os valores de -25.24‰ e -24.75‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e de 4.23‰ e 3.95‰ para $\delta^{15}\text{N}$.

Foi encontrado um líquen, *Ramalina fecunda*, espécie associada à *R. mucronata*, nas duas áreas "limpas", cujos valores isotópicos médios para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, no mangal da Ponta Rasa, foram de $-27.94 \pm 0.15\text{‰}$ e $-8.35 \pm 0.66\text{‰}$, respectivamente, e no Mangal do Saco os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ foram de $-28.06 \pm 0.077\text{‰}$ e $-10.05 \pm 0.37\text{‰}$, respectivamente. Os valores deste fungo para nitrogénio, foram tão elevados que não foram incluídos na determinação das prováveis fontes para os organismos.

Os sinais isotópicos para caranguejos nas duas áreas, variaram entre -24.71 (*N. meinerti*) e -13.10‰ (*U. inversa*) para $\delta^{13}\text{C}$ e 5.73 (*U. inversa*) e 9.24‰ (*P. catenata*) para $\delta^{15}\text{N}$, sendo os valores médios encontrados para o grupo de caranguejos das duas áreas de $-20.64 \pm 3.45\text{‰}$ ($\delta^{13}\text{C}$) e $7.49 \pm 1.06\text{‰}$ ($\delta^{15}\text{N}$).

Em relação aos gastrópodes, a espécie *L. scabra* apresentou valores de $\delta^{13}\text{C}$ ($-23.22 \pm 1.06\text{‰}$) e $\delta^{15}\text{N}$ ($1.09 \pm 1.10\text{‰}$) mais baixos em relação aos valores encontrados para *C. decollata* ($\delta^{13}\text{C} = -21.85 \pm 2.76\text{‰}$ e $\delta^{15}\text{N} = 3.89 \pm 0.45\text{‰}$).

No Mangal da Ponta Rasa foi encontrada uma única espécie de camarão cujos valores isotópicos médios obtidos para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ foram de $-19.61 \pm 1.29\text{‰}$ e $8.45 \pm 0.40\text{‰}$, respectivamente. No Mangal do Saco, foram encontrados camarões cuja espécie não foi possível identificar, pertencendo, no entanto, à infraordem Carídea. Os valores isotópicos médios encontrados para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, destes carídeos, foram de $-19.96 \pm 0.77\text{‰}$ e $8.56 \pm 1.47\text{‰}$, respectivamente.

Nas duas áreas sem influência urbana, foram encontradas duas espécies de peixe, *A. natalensis* e *L. richardsonii*. Para a primeira espécie, o valor médio isotópico encontrado para $\delta^{13}\text{C}$ foi de $-18.49 \pm 1.20\text{‰}$ e para $\delta^{15}\text{N}$ foi de $9.53 \pm 0.48\text{‰}$. Para a segunda espécie o valor médio isotópico encontrado para $\delta^{13}\text{C}$ foi de $-18.13 \pm 1.45\text{‰}$ e para $\delta^{15}\text{N}$ foi de $9.32 \pm 0.55\text{‰}$.

3.1.2 Mangais Sob Influência de Descargas Urbanas

O mangal da Costa do Sol, foi dividido em duas áreas poluídas por esgoto, a CSA1 (com menos lixo sólido) e a CSA2 (com mais quantidade de lixo sólido).

Em relação aos produtores primários, foram encontradas, na área CSA1, 4 espécies de árvores de mangal, nomeadamente, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal* e *Rhizophora mucronata*, cujos valores para $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre -33.72 e -24.34‰, onde o valor mais negativo foi encontrado em *B. gymnorrhiza* e o menos negativo em *C.tagal*. Para $\delta^{15}\text{N}$, os valores variaram entre 6.14 e 10.87‰, sendo a média de todos os valores de árvores de mangal de $8.22 \pm 1.69\%$. Foram também encontradas duas espécies de plantas halófitas, *Chenolea diffusa* e *Sesuvium portulacastrum*, com valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ $-27.45 \pm 0.044\%$ e $-24.75 \pm 0.29\%$ e para $\delta^{15}\text{N}$ $8.32 \pm 2.00\%$ e $4.98 \pm 1.59\%$, respectivamente. No entanto, na área CSA2, foi somente encontrada uma espécie vegetal, a árvore de mangal *A. marina*, cujos valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ foram de $-27.30 \pm 0.56\%$ e $12.57 \pm 0.72\%$, respectivamente.

Para o sedimento, a área CSA1 apresentou o valor médio de $-20.54 \pm 0.45\%$ para $\delta^{13}\text{C}$ e $15.86 \pm 0.79\%$ para $\delta^{15}\text{N}$, e a área CSA2 o valor médio para $\delta^{13}\text{C}$ de $-20.57 \pm 0.57\%$ e para $\delta^{15}\text{N}$ $12.35 \pm 1.53\%$. Para a matéria orgânica particulada em suspensão, obtiveram-se os valores de -18.59% e -21.08% para $\delta^{13}\text{C}$ e de 7.08% e 9.74% para $\delta^{15}\text{N}$ na área CSA1 e -25.40% e -21.96% para $\delta^{13}\text{C}$ e 15.26% e 13.00% para $\delta^{15}\text{N}$ na área CSA2.

No mangal da Costa do Sol os sinais isotópicos para caranguejos variaram entre -23.25 (*Neosarmatium meinerti*, CSA2) e -12.02‰ (*Macrophtalmus depressus*, CSA1) para $\delta^{13}\text{C}$ e 12.01 (*Paraesarma catenata*, CSA2) e 20.86‰ (*N. meinerti*, CSA2) para $\delta^{15}\text{N}$.

Em relação aos gastrópodes, nas duas áreas, *Littoraria scabra* apresentou valores de $\delta^{13}\text{C}$ ($-22,15 \pm 0.69\%$) e $\delta^{15}\text{N}$ ($8.76 \pm 1,24\%$) mais baixos em relação

aos valores encontrados para *Cerithidea decollata* ($\delta^{13}\text{C} = -16,43 \pm 0,93\text{‰}$ e $\delta^{15}\text{N} = 13,74 \pm 1,10\text{‰}$).

Foram encontradas duas espécies de camarão na área CSA1 e uma única na CSA2. Para a primeira área, os valores isotópicos médios encontrados para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ foram de $-16,30 \pm 0,60\text{‰}$ e $19,01 \pm 0,72\text{‰}$, respectivamente, e para a segunda área $-17,65 \pm 0,26\text{‰}$ e $21,21 \pm 0,43\text{‰}$, respectivamente.

Na área CSA1 foi encontrada uma única espécie de peixe, *Liza richardsonii*, enquanto que na CSA2 foram obtidas 4 espécies. Para *L. richardsonii*, a única espécie em comum, a composição isotópica média encontrada para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ de $-15,88 \pm 1,09\text{‰}$ e $18,12 \pm 2,24\text{‰}$, respectivamente.

3.2. Comparação dos dois tipos de mangal, com base nas diferenças entre $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das espécies comuns e das prováveis fontes

3.2.1. Comparação entre produtores primários

Para a *Avicennia marina* o teste ANOVA Univariada mostrou haver diferenças significativas nas razões isotópicas de carbono ($F = 10,32$, $p < 0,05$, para $\alpha = 0,05$; Anexo tabela AII-2) e nitrogénio ($F = 0,05$; $p < 0,05$, para $\alpha = 0,05$; Anexo tabela AII-5) entre as quatro áreas; sendo as comparações CSA1–Ponta Rasa e CSA2–Ponta Rasa diferentes em nitrogénio e carbono, a comparação Saco–Ponta Rasa diferente em carbono e as CSA1–Saco e CSA2–Saco diferentes em nitrogénio.

Para *Cerriops tagal* não foram encontradas diferenças significativas ($F = 4,88$, $p > 0,05$, para $\alpha = 0,05$; Anexo tabela AII-8) entre as áreas em termos de $\delta^{13}\text{C}$, sendo no entanto encontradas diferenças ($F = 16,500$; $p < 0,05$, para $\alpha = 0,05$;

Anexo tabela All-10 e All-11) entre as áreas Saco e Ponta Rasa e entre a CSA1 e o Saco em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

Rhizophora mucronata apresentou diferenças significativas ($F = 18.47$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo tabela All-13 e All-14) entre as áreas CSA1 e Ponta Rasa e, entre o Saco e a Ponta Rasa nas razões isotópicas de carbono e diferenças significativas ($F = 37.518$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo tabela All-17 e All-18) entre as áreas CSA1 e o Saco e a CSA1 e a Ponta Rasa em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

O teste ANOVA Kruskal-Wallis mostrou não haver diferenças significativas [$H(2, N = 9) = 5,600000$; $p = 0,0608$; para $\alpha = 0.05$; Anexo tabela All-20], entre as áreas, na composição isotópica de carbono para a halófita *Chenolea diffusa*. Mas, nesta espécie, o teste ANOVA Univariada mostrou haver diferenças significativas ($F = 5.4879$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo tabela All-22) entre as áreas em termos de $\delta^{15}\text{N}$, no entanto, o teste de *Post-Hoc* – Tukey HSD – não mostrou em que áreas residiam as diferenças (tabela A23), deste modo, foi aplicado o teste t para comparar as amostras duas a duas. Este teste mostrou haver diferenças significativas entre o Saco e a Ponta Rasa ($t = -3.317$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo tabela All-25) e entre a CSA1 e a Ponta Rasa ($t = 3.316$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo tabela All-27).

Para a segunda halófita, *Sesuvium portulacastrum*, ocorreram diferenças significativas entre as áreas CSA1 e Ponta Rasa e a Ponta Rasa e o Saco em termos de $\delta^{13}\text{C}$ ($F = 42.51$, $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$, Anexo tabela All-31 e All-32) e de $\delta^{15}\text{N}$ ($F = 8.2635$, $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo tabela All-34 e All-35).

3.2.2. Comparação entre macrobentos e comparação entre fauna visitante

Para *Neosarmatium meinerti*, o teste ANOVA Univariada provou haver diferenças significativas ($F = 6.771$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo tabela All-37

e All-38) entre as áreas CSA1 e a Ponta Rasa em termos de $\delta^{13}\text{C}$ e diferenças significativas ($F = 6.771$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo tabela All-41 e All-42) entre as áreas CSA1 e Saco, CSA1 e Ponta Rasa, CSA2 e o Saco, e, CSA2 e a Ponta Rasa em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

Para *Paraesarma catenata*, o teste estatístico ANOVA Kruskal-Wallis mostrou não haver diferenças significativas [$H(2, N= 9) = 5,6000$ $p = 0,0608$] entre as áreas em termos de $\delta^{13}\text{C}$, no entanto, os dados brutos (Anexo I, tabela AI-2) pareciam apresentar uma certa diferença. Resolveu-se então comparar as áreas duas a duas, tendo em conta que este método aumenta a probabilidade de errar. Usando o teste t encontraram-se diferenças significativas entre as áreas CSA1 e CSA2 ($t = -7.3127$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-46) e entre CSA1 e Saco ($t = 12.5888$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; tabelas Anexo II, tabela AII-47). Para $\delta^{15}\text{N}$, segundo a ANOVA Univariada, existem diferenças significativas ($F = 34.540$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-52 e AII-53) entre as áreas CSA1 e o Saco e entre a CSA2 e o Saco.

Ao compararem-se valores de $\delta^{13}\text{C}$, para *Perisesarma gutatum*, encontraram-se diferenças significativas ($F = 85.19$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-55 e AII-56) entre as áreas CSA1 e o Saco e entre a CSA2 e o Saco, e, para as razões isotópicas de nitrogénio, foram encontradas diferenças significativas [$H(2, N = 9) = 7,2000$; $p = 0,0273$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-58 e AII-59] entre as áreas CSA2 e o Saco.

Para a única espécie de peixe comparada estatisticamente, *Liza richardsonii*, as diferenças significativas ($F = 34.694$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-60 e AII-61), para razões isotópicas de carbono, residiam entre as áreas CSA1 e CSA2, entre a CSA1 e a Ponta Rasa e entre a CSA2 e a Ponta Rasa; e, no que diz respeito ao $\delta^{15}\text{N}$, as diferenças significativas [$H(2, N= 18) = 10,49812$ $p = ,0053$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-63 e AII-64] foram encontradas entre as áreas CSA2 e Ponta Rasa em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

No que diz respeito a $\delta^{13}\text{C}$, o gastrópode *Cerithidea decollata* apresentou diferenças significativas ($F = 66.694$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-66 e AII-67) entre todas as áreas excepto entre a CSA1 e a CSA2, enquanto que o gastrópode *Littoraria scabra* não apresentou diferenças ($F = 1.970$; $p > 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-84) entre as áreas. Para a razão isotópica de nitrogénio, a *L. scabra*, mostrou diferenças [$H(3, N=12) = 9,666667$; $p = 0,0216$; para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-69] apenas entre a CSA2 e o Saco mas, a *C. decollata* apresentou diferenças [$H(3, N=12) = 8,538462$ $p = 0,0361$; para $\alpha = 0.05$; tabelas Anexo II, tabela AII-86 e AII-87] entre todas as áreas menos entre as duas poluídas CSA1 e a CSA2 ($t = -0,454122$; $p > 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-72) e entre as duas não poluídas Saco e Ponta Rasa ($t = 0.367712$; $p > 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-74).

Para *Ambassis natalensis*, camarão carídeo e *Uca annulipes* (todos pertencentes a pelo menos uma área com descargas de esgoto e outra sem descargas) a comparação estatística não foi possível devido ao baixo número de replicados. No entanto, através de comparações apenas por observação dos valores, é possível notar, para *A. natalensis*, um grande enriquecimento em ^{15}N no mangal poluído por esgoto CSA2 em relação aos mangais "limpos" e, para o camarão carídeo e caranguejo *U. annulipes*, observa-se um enriquecimento em ^{15}N e em ^{13}C no mangal "não limpo" CSA1 em relação aos "limpos" (ver Anexo I tabela AI-2).

3.2.3. Comparação entre sedimento e comparação entre MOPS

O teste de Kruskal-Wallis ANOVA mostrou haver diferenças significativas [$H(3, N=12) = 8,948718$; $p = 0,0300$; para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-89] entre as áreas em termos de $\delta^{13}\text{C}$, no entanto, o teste de *post-hoc* de comparações múltiplas não foi sensível o suficiente para apresentar as diferenças

significativas entre as áreas (Anexo II, tabela AII-90), como os dados brutos pareciam apresentar uma certa diferença, resolveu-se comparar as áreas duas a duas, tendo em conta que este processo aumenta a probabilidade de errar. O teste não paramétrico U de Mann-Whitney mostrou, então, haver diferenças significativas entre a CSA1 e a Ponta Rasa ($z = 1.963961$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-96) e a área CSA2 e a Ponta Rasa ($z = 1.963961$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-100).

Para $\delta^{15}\text{N}$, foram encontradas diferenças significativas ($F = 12.2373$; $p < 0.05$, para $\alpha = 0.05$; Anexo II, tabela AII-104 e AII-105) entre as áreas CSA1 e Saco, CSA1 e Ponta Rasa, CSA2 e Saco e CSA2 e Ponta Rasa.

Embora não seja possível aplicar testes estatísticos para a comparação entre os valores de MOPS nas quatro áreas, devido ao reduzido número de replicados, pode-se tentar comparar tendo em conta os valores absolutos. Nestes, é possível observar que as zonas poluídas CSA1 e CSA2 apresentam valores mais elevados de nitrogénio que as zonas não poluídas Saco e Ponta Rasa. E em relação aos valores de $\delta^{13}\text{C}$, pode-se apenas afirmar que os valores de CSA1 são diferentes dos das restantes áreas (Anexo I, tabela AI-2)

3.3 Comparação dos dois tipos de mangal em estudo com base nas prováveis fontes de C e N dos seus organismos

3.3.1. Mangais Sem Influência de Esgoto Urbano

Segundo o gráfico da figura AI-1 (Anexo I), no mangal do Saco, *N. meinerti* e *P.guttatum* parecem assimilar as mesmas fontes de carbono e de nitrogénio, podendo ser halófitas, folhas de mangal, plâncton, algas microbentónicas ou sedimento. *P.catenata*, no entanto, desloca-se para valores menos negativos de

carbono, afastando a possibilidade de se alimentar em folhas de mangal e halófitas. Neste mangal, a espécie *U.inversa* apresenta um comportamento alimentar curioso, tendo sido encontrada uma assinatura isotópica próxima a de uma gramínea, sugerindo que este caranguejo se alimente desta planta.

A espécie *C.decollata*, do mangal do saco, apresentou valores isotópicos próximos ao das microalgas bentônicas encontradas em Abreu (2003), o que demonstra que esta espécie se alimenta destes microorganismos. *L.scabra* apresentou razões isotópicas que a posicionaram como consumidora de folhas de mangal (ver Anexo I figura AI-2)

A fauna visitante, pertencente ao mangal do Saco, apresentou valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ mais elevados que os outros grupos o que demonstra que pertence a níveis tróficos mais elevados, que por sua vez sugere que se alimentem de outros animais. A espécie *A.natalensis* aparenta alimentar-se de camarão carídeo e apresenta uma pequena evidência de assinaturas isotópicas de sedimento e microalgas bentônicas. A espécie de *L.richardsonii* por outro lado apresenta uma preferência por plâncton. Algumas espécies de camarões são conhecidas como detritívoras, e o camarão carídeo pode ser uma delas alimentando-se de restos de animais contidos no sedimento, o que faz com que o seu sinal isotópico de nitrogénio seja muito elevado (Anexo I, figura AI-3).

No mangal da Ponta Rasa, *N.meinerti* e *P.gutatum* apresentam, tal como no mangal do Saco, a mesma preferência alimentar. Ambas espécies possuem razões isotópicas que sugerem uma contribuição de sedimento, de folhas de mangal, de halófitas e ainda de MOPS para as suas dietas. *P.catenata*, *U.annulipes* e *U.inversa*, parecem, por sua vez usar algas microbentônicas como alimento preferencial (Anexo I, figura AI-4).

Segundo a figura AI-5 (Anexo I), as espécies *C.decollata* e *L.scabra*, na Ponta Rasa, apresentam também, a mesma preferência alimentar (possivelmente folhas de mangal, halófitas e MOPS), apesar de a *L.scabra* mostrar uma maior

distância das prováveis fontes sugerindo a contribuição de uma outra fonte desconhecida neste estudo.

As razões isotópicas de ambas espécies de peixes, sugerem uma predação sobre a espécie camarão carídeo, que por sua vez parece alimentar-se de microalgas bentónicas (Anexo I, figura AI-6).

Na tabela 1, são apresentados os possíveis níveis tróficos (alto, intermédio ou baixo) das espécies encontradas nos mangais, interpretados através dos gráficos AI-13 e AI-14 (no anexo I).

3.3.2. Mangais Sob Influência de Esgoto Urbano

No Mangal CSA1, mais uma vez, os sesarmídeos *N.meinerti* e *P.gutatum* aparentam assimilar a mesmas fonte de carbono, sendo, neste mangal, apenas o sedimento. Através do gráfico e do material analisado neste estudo, não é possível identificar a provável fonte de carbono para as espécies *M.depressus*, *P.catenata* e *U.annulipes*, sugerindo a presença de outra fonte não identificada nem visualizada no local de amostragem (Anexo I, figura AI-7).

L.scabra apresentou valores próximos às folhas de mangal e às halófitas sugerindo a assimilação destas fontes, e a *C.decollata* aparenta usar sedimento na sua dieta embora, a contribuição desta fonte não seja muito evidente (Anexo I, figura AI-8).

Como se pode ver na figura AI-9 (Anexo I), a fauna visitante apresentou valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ muito elevados e que não permitem a identificação da provável fonte, podendo-se apenas afirmar que estas espécies são predadoras e pertencem a níveis tróficos elevados.

No mangal CSA2 foi somente encontrado um produtor primário, *A.marina*, cujas razões isotópicas provam que esta espécie não é uma fonte de carbono usada pelas espécies faunísticas encontradas neste local.

N.meinerti e *P.catenata* aparentam, neste mangal, usar sedimento e MOPS como fonte de alimento. As assinaturas isotópicas do caranguejo *P.gutatum* e dos gastrópodes não permitem a identificação das suas fontes preferenciais (Anexo I, figura AI-10 e AI-11).

No caso da fauna visitante, todas as espécies, do mangal CSA2, apresentaram valores isotópicos muito elevados sugerindo, mais uma vez, a predação e a presença destes nos níveis tróficos elevados. *T.jarbua* aparenta pertencer ao topo da cadeia trófica deste mangal, tendo em conta as espécies encontradas (Anexo I, figura AI-12).

No anexo I, a tabela A1-3 apresenta um resumo das possíveis fontes de carbono e nitrogénio, com base nos gráficos de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ para as diferentes espécies faunísticas.

Na seguinte tabela (tabela 1), são apresentados os possíveis níveis tróficos (alto, intermédio ou baixo) das espécies encontradas nos mangais, interpretados através dos gráficos AI-15 e AI-16 (no anexo I).

Tabela 1: Interpretação dos gráficos AI-13, AI-14, AI-15 e AI-16 (no anexo I), relativos aos possíveis níveis tróficos, classificados como baixo, intermédio e alto, das espécies por área.

| Espécies | Nível Trófico | | | |
|-----------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Saco | Ponta Rasa | CSA1 | CSA2 |
| <i>L.scabra</i> | baixo | baixo | baixo | baixo |
| <i>C.decollata</i> | intermédio | intermédio | intermédio a alto | intermédio |
| <i>U.inversa</i> | intermédio | intermédio | | |
| <i>U.annulipes</i> | | intermédio a alto | alto | |
| <i>N.meinerti</i> | alto | alto | intermédio a alto | intermédio a alto |
| <i>P.guttatum</i> | alto | alto | intermédio a alto | intermédio a alto |
| <i>L.richardsonii</i> | alto | alto | alto | alto |
| <i>P.catenata</i> | alto | intermédio a alto | intermédio a alto | intermédio |
| <i>Carideo</i> | alto | alto | alto | |
| <i>P.indicus</i> | | | alto | alto |
| <i>A.natalensis</i> | alto | alto | | alto |
| <i>T.jarbua</i> | | | | alto |

Tabela 2: Resumo das possíveis fontes, de carbono e nitrogénio, encontradas através da leitura dos gráficos de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ para cada espécie e em cada área.

| Espécie (nº de replicados) | Área | Alimento |
|----------------------------------|--------|---|
| <i>M. depressus</i> (3) | CSA1 | Fonte não identificada |
| <i>N. meinerti</i> (12) | Saco | Folhas de mangal, Sedimento, Plâncton, halófitas e microalgas bentónicas. |
| | P.Rasa | Folhas de mangal, sedimento, halófitas e MOPS |
| | CSA1 | Sedimento |
| | CSA2 | Sedimento e MOPS |
| <i>P. catenata</i> (11) | Saco | Sedimento, plâncton e microalgas bentónicas. |
| | P.Rasa | Halófitas e microalgas bentónicas |
| | CSA1 | Fonte não identificada |
| | CSA2 | Sedimento e MOPS |
| <i>P. guttatum</i> (11) | Saco | Folhas de mangal, Sedimento, Plâncton, halófitas e microalgas bentónicas. |
| | P.Rasa | Folhas de mangal, sedimento, halófitas e MOPS |
| | CSA1 | Sedimento |
| | CSA2 | Fonte não identificada |
| <i>U. annulipes</i> (4) | P.Rasa | Microalgas bentónicas |
| | CSA1 | Fonte não identificada |
| <i>U. inversa</i> (6) | Saco | Gramínea |
| | P.Rasa | Plâncton e microalgas bentónicas |
| <i>C. decollata</i> (12) | Saco | Microalgas bentónicas |
| | P.Rasa | Folhas de mangal, halófitas e MOPS. |
| | CSA1 | Sedimento |
| | CSA2 | Fonte não identificada |
| <i>L. scabra</i> (12) | Saco | Folhas de mangal |
| | P.Rasa | Folhas de mangal, halófitas e MOPS. |
| | CSA1 | Folhas de mangal, halófitas. |
| | CSA2 | Fonte não identificada |
| <i>Carídeo</i> (11) | Saco | Sedimento, plâncton |
| | P.Rasa | Plâncton. |
| | CSA1 | Fonte não identificada |
| <i>P. indicus</i> (3) | CSA1 | Fonte não identificada |
| | CSA2 | Fonte não identificada |
| <i>A. natalensis</i> (6) | Saco | Sedimento, Plâncton e camarão carídeo |
| | P.Rasa | Plâncton e camarão carídeo |
| | CSA2 | Fonte não identificada |
| <i>L. richardsonii</i> (19) | Saco | Plâncton |
| | P.Rasa | camarão carídeo |
| | CSA1 | Fonte não identificada |
| | CSA2 | Fonte não identificada |
| <i>L. argenticamaculatus</i> (3) | CSA2 | Fonte não identificada |
| <i>T. jarbua</i> (2) | CSA2 | Fonte não identificada |

4. DISCUSSÃO

4.1. Determinação das $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das espécies e das possíveis fontes que ocorrem nos mangais em estudo

Abreu (2003) e Macia (2004b), foram os únicos autores a fazer um estudo isotópico duplo no mangal do Saco, na Ilha da Inhaca. Nenhuma das outras áreas (Ponta Rasa, CSA1 e CSA2) amostradas neste estudo, foram anteriormente analisadas isotopicamente.

Árvores de mangal, tipicamente, apresentam valores de $\delta^{13}\text{C}$ muito negativos (Lee, 2000) e a média dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ obtidos, neste estudo, para as espécies de árvores de mangal foram $-26.41 \pm 1.80\text{‰}$ e $5.83 \pm 3.66\text{‰}$, respectivamente. Estes valores estão de acordo com os reportados por outros autores em estudos prévios efectuados no Saco da Inhaca (Abreu, 2003; Macia, 2004b) e noutras regiões (ex. Hemminga et al., 1995; Lee, 2000; Bouillon et al. 2002a; Bouillon et al., 2004b). No entanto, as razões isotópicas médias de nitrogénio das árvores de mangal nos mangais sob influência de esgoto urbano ($9.09 \pm 2.36\text{‰}$) mostraram-se mais elevados que para os sem descargas antropogénicas ($3.12 \pm 1.85\text{‰}$). Na literatura, encontram-se, no geral, valores mais próximos às razões isotópicas de nitrogénio dos mangais sem influência de esgoto do que dos poluídos por esgoto (ex. Constanzo et al. 2001; Abreu, 2003; Bouillon et al., 2004b; Macia, 2004b).

No que diz respeito às halófitas, a média de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ em todas as áreas foi de $-25.63 \pm 1.86\text{‰}$ e $5.30 \pm 2.42\text{‰}$, respectivamente, razões isotópicas muito próximas as das árvores de mangal. Para os mangais "limpos", as halófitas apresentaram uma razão isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ de $-25.47 \pm 1.98\text{‰}$ e $4.86 \pm 2.31\text{‰}$, de $\delta^{15}\text{N}$. Nos mangais poluídos por esgoto, as halófitas foram somente encontradas na área CSA1, cujos valores isotópicos de carbono e nitrogénio variaram entre -27.50 e -24.42‰ e entre 3.38 e 10.55‰ . Nenhum outro trabalho,

em Moçambique, abrangeu o estudo isotópico de halófitas. Noutros estudos (ex. Kwak e Zedler, 1997; Cloern *et al.*, 2002), halófitas como a *Salicornia sp.* possuíam valores entre -29.80 e -25.50‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e entre 4.10 e 16.60‰ para $\delta^{15}\text{N}$, o que sugere que os valores encontrados neste estudo estão de acordo com os encontrados por outros autores.

Neste estudo, o sedimento apresentou razões isotópicas de carbono e nitrogénio compreendidos entre -25.05 e -19.05‰ e entre 4.55 e 15.56‰, respectivamente. As médias para os mangais "limpos" ($\delta^{13}\text{C} = -23.86 \pm 1.54\%$ e $\delta^{15}\text{N} = 6.48 \pm 1.36\%$) foram mais reduzidas que para os mangais "não limpos" ($\delta^{13}\text{C} = -20.51 \pm 0.50\%$ e $\delta^{15}\text{N} = 6.48 \pm 12.50 \pm 1.89\%$). Abreu (2003) e Macia (2004b) apresentaram médias de carbono, para sedimento, de $-19.50 \pm 1.30\%$ e de $-24.70 \pm 0.5\%$, respectivamente. Para nitrogénio, obtiveram médias de $5.10 \pm 0.20\%$ (Abreu, 2003) e $1.0 \pm 0.3\%$ (Macia, 2004b), o que sugere valores muito elevados de nitrogénio para os mangais analisados neste estudo, cuja área com valores mais baixos de nitrogénio foi a Ponta Rasa (média de $5.81 \pm 1.37\%$). Bouillon *et al.* (2003) e Lallier-Verges *et al.* (1998) obtiveram valores de $\delta^{13}\text{C}$ tão baixos quanto -27.10‰ (Guadeloupe) e -29.40‰ (Índia e Sri Lanka), respectivamente. Para nitrogénio, o trabalho de Chong *et al.* (2001) foi o único das literaturas encontradas com uma média ($9.88 \pm 3.85\%$) mais elevada que a média apresentada neste estudo ($9.49 \pm 3.51\%$), outros autores apresentam médias mais baixas (ex. Bouillon *et al.* 2003; Bouillon *et al.* 2004b). A média de $\delta^{15}\text{N}$ das áreas amostradas no presente trabalho, torna-se elevada devido aos valores encontrados para as zonas poluídas.

Matéria orgânica particulada em suspensão é composta por variadas fontes (ex. fitoplâncton, matéria orgânica terrestre, etc.) (Bouillon *et al.* 2004d). No presente estudo, a MOPS apresentou médias para carbono e nitrogénio dos mangais "limpos" de $-25.31 \pm 0.43\%$ e $3.88 \pm 0.35\%$, respectivamente e para os mangais poluídos por esgoto $-21.76 \pm 2.82\%$ ($\delta^{13}\text{C}$) e $11.27 \pm 3.60\%$ ($\delta^{15}\text{N}$). Os maiores valores médios de carbono e nitrogénio, para plâncton, encontrados em Moçambique, foram os obtidos por Abreu (2003), sendo estes $-19.20 \pm 2.60\%$ e

$5.9 \pm 0.20\text{‰}$, respectivamente. Nenhum outro estudo (ex. Bouillon, 2000; Lepoint, 2000; Macia, 2004b) foi encontrado com valores de isótopos de nitrogénio, de MOPS, tão elevados quanto os obtidos para os mangais sob influência de esgoto urbano neste trabalho.

Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ apresentados pelos Ocypodes *M.depressus* e a *U.annulipes* nas áreas poluídas por esgoto do presente estudo mostraram-se muito elevados quando comparados com os obtidos por Bouillon *et al.* (2004b) (*M.depressus*: 1.90 a 3.20‰ e *U.annulipes*: 0.50 a 7.10‰). No entanto, *U. annulipes*, na área “limpa” Ponta Rasa, apresentou uma média de $6.50 \pm 0.49\text{‰}$ que não se mostra tão elevada quanto nas zonas “não limpas”.

Todos os sesarmídeos encontrados, apresentaram valores isotópicos de carbono e nitrogénio mais elevados nas zonas poluídas que nas não poluídas. Bouillon *et al.* (2004b), para *P. guttatum* encontrou valores de nitrogénio ($4.20 \pm 0.70\text{‰}$, $4.90 \pm 0.50\text{‰}$ e 5.20‰) mais baixos que os encontrados, neste estudo, tanto em áreas “não limpas” ($15.57 \pm 1.54\text{‰}$) como em “limpas” ($7.86 \pm 0.78\text{‰}$) e valores isotópicos de carbono ($-23.30 \pm 0.90\text{‰}$, $-20.10 \pm 0.50\text{‰}$ e -19.10‰) que se encontravam entre os valores médios obtidos, no presente estudo, para os dois tipos de mangal. Para o género *Neosarmatium*, encontrou valores muito mais baixos de -30.3‰ e 5.5‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, respectivamente, que os valores obtidos nas áreas amostradas neste trabalho.

Para os gastrópodes, os mangais poluídos por esgoto ($11.25 \pm 2.83\text{‰}$) apresentaram um enriquecimento de 8.76‰ , dos valores médios de $\delta^{15}\text{N}$, em relação aos “limpos” ($2.49 \pm 1.67\text{‰}$). Riera *et al.* (2000) também encontrou valores médios de $\delta^{15}\text{N}$ elevados para gastrópodes (*Littorina littorea*: $12.20 \pm 0.80\text{‰}$ e $19.70 \pm 0.9\text{‰}$; *Littorina saxatilis*: $12.00 \pm 1.30\text{‰}$ e 17.10‰), mas Deegan e Garrit (1997, citados por Riera *et al.* 2000) encontraram 8.70‰ para *L. Saxatilis*; Marguillier *et al.* (1997) encontrou 2.20‰ e Bouillon *et al.* (2004b) encontrou $4.70 \pm 1.20\text{‰}$. ambos para *C.decollata* (espécie também encontrada neste estudo, com valores aproximados a este último nas zonas “limpas”). Para

valores de $\delta^{13}\text{C}$ de *C. decollata*, Marguillier *et al.* (1997) encontrou o valor de -20.54‰, Bouillon *et al.* (2004b) encontrou -21.60 ± 0.80 . Bouillon *et al.* (2002a) obteve médias de -26‰ e -25‰ para $\delta^{13}\text{C}$ de gastrópodes, enquanto, neste estudo, as médias foram, para mangais "limpos", -22.54 ± 2.12 ‰ e para mangais poluídos por esgoto, -19.29 ± 3.09 ‰.

A fauna visitante (peixes e camarões) dos mangais sob influência de esgoto apresentaram valores isotópicos médios de nitrogénio muito elevados quando comparados com os não poluídos. Em termos de $\delta^{13}\text{C}$, a diferença não foi tão evidente, sendo a maior diferença das médias de -3.94‰. Chong *et al.* (2001) foram os únicos autores encontrados com um valor de nitrogénio isotópico tão elevado (21.5‰ para o camarão *Penaeus merguensis*) como os apresentados pelas áreas poluídas por esgoto. No entanto, os valores encontrados pelas áreas "limpas" são mais frequentes em vários estudos: Bouillon *et al.* (2002b) (9.50 ± 1.10 ‰), Abreu (2003) (escala de 5.60 a 6.70‰), Macia (2004b) (5.00 a 11.80‰), sendo todos estes valores para várias espécies de camarões penaeídeos.

4.2. Comparação dos dois tipos de mangal, com base nas diferenças de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das espécies comuns e das prováveis fontes

4.2.1. Comparação entre produtores primários

Os produtores primários não apresentaram diferenças entre as duas áreas poluídas por esgoto (CSA1 e CSA2). As espécies *A.marina*, *R.mucronata* e *S.portulacastrum* exibiram diferenças na composição isotópica de carbono entre as áreas "limpas" (Ponta Rasa e Saco) e, entre áreas poluídas e não poluídas por esgoto. Diferenças na composição isotópica de carbono entre duas áreas, pode estar relacionada com importação e uso de diferentes substratos de

carbono e com diversos factores ambientais. Para plantas C_3 , como as árvores de mangal, isto resulta numa escala relativamente extensa de valores de $\delta^{13}C$ (-35.1 a -21.9 ‰) (Bouillon, 2003). O CO_2 debaixo de copas de árvores nas florestas densas, pode ter valores de $\delta^{13}C$ significativamente mais negativos comparando com o das florestas mais expostas, devido à contribuição do CO_2 respirado do solo (Flanagan *et al.* 1996, citado por Bouillon, 2003), do mesmo modo, folhas retiradas das partes inferiores da copa da árvore podem apresentar valores mais negativos de $\delta^{13}C$ que as da parte mais exposta da copa. Assim, a localização, na planta, da própria folha analisada pode causar as diferenças ou semelhanças nos valores isotópicos de carbono obtidas. Vários autores têm referido uma relação entre a salinidade e a $\delta^{13}C$. Medina e Francisco (1997) (citados por Bouillon, 2003) encontraram valores de $\delta^{13}C$ mais baixos em mangais crescendo a salinidades baixas do que em plantas crescendo em salinidades altas. Lin e Sternberg (1992) (citados por Bouillon, 2003) mostraram que concentrações mais elevadas de nutrientes diminuí os valores de $\delta^{13}C$, mas Kao *et al.* (2001) e McKee *et al.* (2002) (ambos citados por Bouillon, 2003) não descobriram nenhuma evidência deste efeito nas espécies *K. candel* e *R. mangle*, respectivamente. Por isso, a relação entre a $\delta^{13}C$ dos mangais e os factores ambientais parece ser mais complexa do que muitas vezes é assumido, tornando-se difícil explicar as razões das diferenças encontradas entre as várias zonas para os valores de $\delta^{13}C$, especialmente pelo facto de não terem sido estudadas as condições ambientais dos locais amostrados.

Em termos de nitrogénio, os produtores primários não exibiram diferenças entre as duas áreas poluídas por esgoto, mas, apresentaram diferenças entre pelo menos uma área poluída e uma não poluída por esgoto; as espécies *C. tagal*, *C. diffusa* e *S. portulacastrum*, mostraram diferenças entre a Ponta Rasa e o Saco. Valores de $\delta^{15}N$ das plantas reflectem não só a composição isotópica da fonte de N (que pode ser NH_4^+ ou NO_3^-), mas também o fraccionamento durante a assimilação enzimática e o fluxo de nitrogénio para fora da planta. Vários estudos tentam relacionar os valores de $\delta^{15}N$ com factores ambientais. Por

exemplo, Handley *et al.* 1999 (citado por Bouillon, 2003) correlacionou negativamente o $\delta^{15}\text{N}$ das plantas (ou solos) com a disponibilidade da água. No entanto, também ocorrem casos em que locais húmidos são mais enriquecidos em ^{15}N em relação a locais secos, o que normalmente é explicado por maiores taxas de denitrificação em ecossistemas húmidos, deixando uma porção de N residual enriquecido em ^{15}N disponível para as plantas (Bouillon, 2003).

No que diz respeito às diferenças entre as zonas poluídas e as não poluídas, as plantas podem absorver e assimilar nitrogénio derivado do esgoto. As várias fontes de nitrogénio poluentes nos ecossistemas costeiros, normalmente têm razões $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ diferentes, fornecendo um meio de identificar a fonte de poluição. Por exemplo, nitrogénio de fertilizantes e nitrogénio derivado do esgoto, possuem diferenças nas assinaturas de $\delta^{15}\text{N}$. O método principal de produção de nitratos e amónia fertilizantes é por fixação industrial de nitrogénio atmosférico, resultando em valores de $\delta^{15}\text{N}$ aproximados a zero. No entanto, o nitrogénio dos resíduos animais ou de esgoto é excretado principalmente na forma de ureia, que, quando hidrolizada, produz um aumento temporário do pH, que favorece a conversão para amónia, que é facilmente perdida por volatilização para a atmosfera. O fraccionamento durante este processo, resulta na depleção de ^{15}N da amónia que é perdida do sistema. O amoníaco restante, que corresponde ao rico em ^{15}N , é subsequentemente convertido em nitrato rico em ^{15}N , que pode ser lixiviado ou dispersar-se com a água. A elevada assinatura de $\delta^{15}\text{N}$ do esgoto tratado (~10‰) distingue-se assim de outras fontes que entram nos ecossistemas marinhos (Heaton, 1986, citado por Constanzo *et al.* 2001) e, assim, elevadas assinaturas de $\delta^{15}\text{N}$ de tecidos de plantas podem ser atribuídas à água contaminada (McClelland *et al.*, 1997 citado por Constanzo *et al.* 2001) e/ou a efluentes de esgoto (Cabana e Rasmussen, 1996; Hansson *et al.*, 1997; Hobbie e Fry, 1990, Grice *et al.*, 1996, Udy e Dennison, 1997, citados por Constanzo *et al.* 2001).

4.2.2. Comparação entre macrobentos e comparação entre fauna visitante

As diferenças entre as áreas relativamente à composição isotópica de carbono das espécies, pode estar relacionada com a assimilação de diferentes fontes de carbono por diferentes espécies. No entanto, questões como a variabilidade ecológica (intervalo de valores de 0.2 a 2.0‰ de desvio padrão encontrados em animais da mesma espécie criados em ambientes similares e alimentados com o mesmo alimento) (De Niro e Epstein 1978; Tieszen *et al.* 1983; Teeri e Schoeleo 1979, Fry 1981, Anderson *et al.* 1987, citados por Gearing, 1991) e variabilidade analítica (erro associado ao espectrómetro cotado em ± 0.1 a 0.3% dependendo do tipo de espectrómetro de massa usado) (Gearing, 1991), podem implicar diferenças significativas entre a mesma espécie nas diferentes áreas. Para além disso, indivíduos da mesma espécie podem se diferenciar dependendo do seu estado bioquímico (antes ou depois da desova, saudável ou doente, gordo ou magro), devido ao facto de diferentes bioquímicos no mesmo animal possuírem razões isotópicas diferentes. Carbohidratos, proteínas e lípidos podem ser diferentes em 5 a 10‰, enquanto diferenças entre 2 a 5‰ podem ser encontradas entre diferentes classes de lípidos ou aminoácidos individuais (Gearing 1991). No presente estudo, não foram tomados em conta, aspectos como a saúde, a idade e o tamanho do indivíduo.

Todas as espécies faunísticas, apresentaram valores de $\delta^{15}\text{N}$ mais enriquecidos nas zonas poluídas que nas não poluídas, tendo apresentado, todas, diferenças entre pelo menos uma zona “não limpa” e uma não poluída. O facto de nas zonas “não limpas” a $\delta^{15}\text{N}$ ser muito mais elevada que nos mangais “limpos”, pode sugerir que haja uma cadeia trófica mais complexa nos mangais poluídos por esgoto que nos “limpos”, sugerindo um maior número de níveis e ligações tróficas entre as espécies, visto que Bouillon *et al.* (2002a, 2002b) verificaram que níveis tróficos elevados possuem $\delta^{15}\text{N}$ mais elevado que níveis mais baixos. Este enriquecimento pode sugerir, também, que a poluição nas áreas CSA1 e

CSA2 tenha elevado os níveis de nitrogénio das possíveis fontes, ou que o próprio poluente esteja a servir de fonte de nitrogénio (Riera *et al.* 2000). Hansson *et al.* (1997; citado por Riera *et al.* 2000) observaram que uma descarga de esgoto aumentava o $\delta^{15}\text{N}$ em diferentes níveis tróficos pelágicos, incluindo o fitoplâncton, camarões e peixes. Frankignoulle *et al.* (1996; citado por Riera *et al.* 2000) observaram que o enriquecimento de $\delta^{15}\text{N}$ na cadeia trófica pode ser relacionado com áreas densamente urbanizadas, pois a importação de nitrogénio dos resíduos nos mangais aumentam com a urbanização (McClelland & Valliela, 1998, citados por Riera *et al.* 2000). Deste modo, organismos em zonas impactadas por esgoto apresentam um sinal de $\delta^{15}\text{N}$ mais elevados que zonas não expostas (Risk e Erdmann, 2000).

4.2.3. Comparação entre sedimento e comparação entre MOPS

A Ponta rasa e as duas áreas da Costa do Sol, apresentaram diferenças relativamente a $\delta^{13}\text{C}$ do sedimento, tendo sido os valores encontrados para a Ponta Rasa, mais negativos que os encontrados para as áreas "não limpas". A composição isotópica de carbono do sedimento para a Ponta Rasa ($-24.90 \pm 0.22\text{‰}$), apresentou valores bastante próximos aos encontrados para as folhas de mangal ($-25.11 \pm 0.80\text{‰}$) e halófitas ($-24.98 \pm 2.39\text{‰}$), sugerindo uma contribuição maioritária destes produtores primários para a composição dos sedimentos. O mesmo não acontece para as zonas poluídas, em que a matéria orgânica dos sedimentos, é caracterizada por valores relativamente altos de $\delta^{13}\text{C}$ (CSA1: $-20.45 \pm 0.45\text{‰}$; CSA2: $-20.57 \pm 0.57\text{‰}$), indicando que a matéria orgânica derivada das árvores de mangal e das halófitas não constituem as principais fontes de carbono para o sedimento. Bouillon *et al.* (2002b) e Dehairs *et al.* (2000) fizeram observações semelhantes a esta. Na verdade, as comunidades dos mangais intertidais, têm acesso a uma grande variedade de fontes de carbono e nitrogénio: *inputs* do próprio mangal (nutrientes do próprio

sedimento, microfítobentos, uma vasta variedade de epífiora, etc.) e fontes importadas com as marés (fitoplâncton, matéria orgânica derivada de áreas de ervas marinhas adjacentes, etc.) (Bouillon *et al.* 2004b). Assim, torna-se possível que outras fontes tenham enriquecido o sedimento em ^{13}C . Ervas marinhas, por exemplo, normalmente apresentam valores de $\delta^{13}\text{C}$ menos negativos (ex. Hemminga *et al.*, 1994; Dehairs, *et al.* 2000). Apesar de não ter sido observado um desenvolvimento significativo destas nas áreas poluídas por esgoto, pode ser que as áreas adjacentes contribuam para a matéria orgânica dos mangais. Outro exemplo é o das microalgas bentónicas; Abreu (2003) obteve uma média de $-19.40 \pm 2.60\text{‰}$ no mangal do Saco e Rodelli *et al.* (1984, citado por Dehairs, *et al.* 2000), estudando um mangal na Malásia, obteve uma média de -17.80‰ , o que demonstra que, as microalgas bentónicas podem representar uma potencial fonte de enriquecimento em ^{13}C . Por outro lado, o facto de as zonas poluídas possuírem fontes de nutrientes derivadas de esgoto, pode causar o aumento da composição isotópica de carbono nos sedimentos, como referido por Cifuentes *et al.* (1988). Deste modo, as diferenças encontradas entre as razões isotópicas de carbono do sedimento das áreas "não limpas" e da Ponta Rasa, podem ser justificadas pela acumulação de diferentes fontes de carbono no sedimento.

O sedimento, apresentou uma composição isotópica de nitrogénio mais elevada nas áreas poluídas por esgoto do que nas "limpas", apresentando diferenças significativas. Tal verificação, está de acordo com outros estudos realizados. Riera *et al.* (2000), verificou um aumento em valores de $\delta^{15}\text{N}$ nas reservas de nitrogénio inorgânico (nitrato + amónia) de 0.50‰ a 9.50‰ como resultado de um aumento da contribuição de nitrogénio de resíduos antropogénicos. Também Owens (1987), Hobbie *et al.* (1990) e Hansson *et al.* (1997) (todos citados por Riera *et al.*, 2000), reportaram que, nitrato enriquecido em ^{15}N derivado de resíduos antropogénicos de áreas urbanizadas tende a aumentar a $\delta^{15}\text{N}$ de reserva de nitrogénio inorgânico e depois a de produtores primários.

Resíduos antropogénicos, por si só, parecem ter valores isotópicos elevados, provavelmente devido à denitrificação. Num fluxo de esgoto, Desimone e Howes

(1996, citados por Voss *et al.*, 2000), descobriram nitrato com valores de $\delta^{15}\text{N}$ de 9.8‰ e amónia com valores de 18–25‰. O nitrato derivado de sistemas sépticos torna-se enriquecido em ^{15}N devido à volatilização da amónia leve e processos de denitrificação (McClelland e Valliela, 1998, citado por Riera *et al.*, 2000). Waldron (2001) apresentou valores de $\delta^{15}\text{N}$ para descargas de esgoto de $10.7 \pm 0.7\text{‰}$.

Em relação à matéria orgânica particulada em suspensão (MOPS), embora não se tenham aplicado testes estatísticos, devido ao reduzido número de replicados, observou-se que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ da CSA1 são diferentes dos das restantes áreas. A área CSA1 apresentou valores menos negativos (-18.59‰ e -21.08‰) que as restantes áreas e, foi a que se distanciou mais dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ das árvores de mangal ($-27.12 \pm 2.39\text{‰}$). Isto sugere uma menor contribuição das árvores de mangal para a sua composição isotópica do que nas restantes áreas, podendo-se suspeitar de uma maior contribuição de outras fontes com valores isotópicos de carbono mais elevados, por exemplo, microalgas bentónicas (Dehairs, *et al.* 2000), que não foram analisadas neste estudo.

Relativamente aos valores de $\delta^{15}\text{N}$, verificou-se que as zonas poluídas apresentam valores mais elevados que as zonas não poluídas, o que está de acordo com a literatura. Riera *et al.* (2000), por exemplo, observou valores mais elevados de $\delta^{15}\text{N}$ da MOPS pertencente a locais sujeitos a resíduos antropogénicos do que em outras áreas.

4.3 Comparação dos dois tipos de mangal em estudo com base nas prováveis fontes de C e N dos seus organismos

4.3.1. Caranguejos

Os resultados do presente trabalho, indicam que *N. meinerti*, não se alimenta somente de material vegetal, como mencionado por vários autores. Dahdouh-Guebas *et al.* (1997), por exemplo, verificaram, que a dieta de *N. meinerti* consistia maioritariamente de folhas de mangais com apenas alguma matéria animal. Como este autor, a maior parte dos estudos experimentais dos hábitos alimentares dos caranguejos Sesarmideos incluem apenas material foliar de mangais (Steinke *et al.* 1993; Kwok e Lee 1995, citados por Bouillon *et al.* 2002a). Contudo, muitos outros autores sugerem exploração de uma maior escala de fontes alimentares sob condições naturais (Micheli 1993; Lee 1997, citados por Bouillon *et al.* 2002a; Vannini e Cannicci, 2003). *N. meinerti* alimenta-se maioritariamente de folhas (Fratini *et al.* 2001; Vannini e Cannicci, 2003), mas pode consumir insectos e outros caranguejos (Vannini e Cannicci, 2003). Skov e Hartnoll (2002, citados por Bouillon, 2003) afirmam que a maioria das espécies de sesarmideos, passam muito tempo alimentando-se da superfície do sedimento e que consumirão uma grande variedade de outras fontes de alimento, quando estas estiverem disponíveis. Estas últimas observações vão ao encontro aos resultados obtidos no presente estudo, em que o sedimento (para além de outras fontes) aparenta ser alimento de *N. meinerti* (nas 4 áreas), *P. guttatum* (Saco, Ponta Rasa e CSA1) e *P. catenata* (CSA2). Segundo Lee (2000), os *Perisesarma* e *Paraesarma* demonstram ser os maiores consumidores de carbono das folhas de mangal caídas e também alimentam-se de matéria orgânica do sedimento. *Perisesarma guttatum*, como mencionado por Vannini e Cannicci (2003) e Schrijvers *et al.* (1998), apresentam uma preferência alimentar virada para a matéria orgânica vegetal, podendo alimentar-se de matéria orgânica de animais, partículas inorgânicas, diatomácias, meiofauna e insectos

A espécie *U. annulipes* e *U. inversa*, encontradas no mangal da Ponta Rasa, possuem uma dieta correspondente à encontrada na literatura. Alguns autores afirmam que espécies como a *Uca* sp. e *Macrophthalmus* sp. alimentam-se de depósitos, seleccionando diatomácias bentónicas ou cyanobacterias (ex. Rodelli *et al.* 1984; France 1998, citado por Bouillon, 2003; Bouillon *et al.* 2002a).

Vannini e Cannicci (2003), afirmam que a *Uca* alimenta-se filtrando o sedimento para remover microalgas e que o *Macrophthalmus* alimenta-se de detritos. No entanto, no que diz respeito à *U.inversa* encontrada no mangal do Saco, não se encontrou nenhuma referência na literatura sobre a alimentação desta usando gramíneas. No mangal CSA1, não foi possível identificar a provável fonte de carbono para a *U.annulipes* nem para a *M.depressus*, sugerindo a presença de outra fonte não identificada nem visualizada no local de amostragem.

4.3.2. Gastrópodes

Fratini (2003) indica que *Cerithidea decollata* alimenta-se de detritos e de microalgas, Marguillier *et al.* (1997) obteve resultados que indicam que esta espécie se possa alimentar de uma mistura de detritos locais do mangal e importados de ervas marinhas. Bouillon *et al.* (2002a) verificaram que a espécie *Cerithidea obtusa*, apresentava assinaturas de $\delta^{13}\text{C}$ intermediárias entre as do carbono orgânico do sedimento e das microalgas bentónicas, indicando pouca ou nenhuma assimilação de carbono das árvores de mangal. Consistentes com esta observação, estão os resultados deste estudo, em que a espécie *C.decollata* mostrou alimentar-se de microalgas bentónicas (no mangal do Saco) e de sedimento (área CSA2). No entanto, a mesma espécie, no mangal da Ponta Rasa, apresenta valores de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ que permitem afirmar, que neste mangal, o carbono das árvores e das halófitas contribuem fortemente para a sua dieta.

No presente estudo, *L.scabra*, mostrou alimentar-se de folhas de mangal e de halófitas, somente no mangal CSA1. Nos restantes mangais, os valores isotópicos de nitrogénio para esta espécie, mostraram-se reduzidos demais para afirmar que esta espécie se alimente destas fontes, isto sugere a presença de outra fonte com valores de $\delta^{15}\text{N}$ menos elevados que os das folhas de mangal ou das halófitas. Bouillon (2003) reportou que a *Littoraria* se alimenta de

microorganismos presos às raízes e caules (Bouillon, 2003). Em concordância com o presente trabalho, Bouillon *et al.* (2002a), obtiveram valores de $\delta^{15}\text{N}$ reduzidos (-1.7‰ a $+2.6\text{‰}$), e reportaram que, embora às vezes seja sugerido que *Littoraria sp.* se alimenta nos pêlos das folhas de *Avicennia*, é geralmente aceite que se alimentem de superfícies de troncos e raízes onde se alimentam de microepífitas (Reid 1986, Blanco e Cantera 1999, citados por Bouillon *et al.* 2002a). Segundo Fratini (2003), *Littorina scabra* alimenta-se de algas, líquenes e fungos que podem estar nas árvores. Os valores baixos de $\delta^{15}\text{N}$ da *Littoraria* sugerem que as epífitas são fixadoras de N_2 visto que foi reportado que o processo de fixação de nitrogénio resulta num fraccionamento de $0-4\text{‰}$ (Kohl e Shearer 1980, citados por Bouillon 2002a) relativamente ao N_2 atmosférico ($\delta^{15}\text{N}_{\text{ar}}=0\text{‰}$, Voss *et al.*, 2000; Kumar *et al.* 2004). Fixação de nitrogénio por cyanobactérias, nos ramos dos mangais também foi demonstrada noutros estudos (Sheridan, 1991, citado por Bouillon *et al.* 2002a)

4.3.3. Fauna visitante

Algumas espécies de camarões são conhecidas como detritívoras (Macia, 2004b), e o camarão carídeo, do Saco, pode ser uma delas alimentando-se de matéria orgânica do sedimento e de plâncton. Na Ponta Rasa, as razões isotópicas do camarão carídeo, mostram que este parece alimentar-se apenas de plâncton.

A espécie *A.natalensis* (peixe), no Saco e na Ponta Rasa, aparenta alimentar-se do camarão carídeo e apresenta uma pequena evidência de assinaturas isotópicas de plâncton e, apenas no Saco, de sedimento. Contudo van der Elst (1993) indica que esta espécie alimenta-se de crustáceos planctónicos (ex. Copepodes).

A espécie *L.richardsonii*, no mangal do Saco, apresenta uma preferência por plâncton, enquanto que na Ponta Rasa a preferência parece ser o camarão

carídeo. No entanto, van der Elst (1993) reporta que esta espécie alimenta-se de diatomácias e já foi visto a ingerir partículas de areia.

Nas áreas CSA1 e CSA2, os peixes e os camarões, apresentaram valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$ muito elevados e que não permitem a identificação da provável fonte, podendo-se apenas afirmar que estas espécies são predadoras e pertencem a níveis tróficos elevados. Os peixes, na CSA2, parecem todos usar a mesma fonte, excepto *T.jarbua*, que aparenta pertencer ao topo da cadeia trófica deste mangal, tendo em conta apenas as espécies encontradas). *T.jarbua* alimenta-se de peixes e crustáceos, e, muitas vezes alimenta-se de escamas de peixes vivos, visto estas serem formadas pela proteína queratina (van der Elst, 1993). Cocheret de la Morinière *et al.* (2003) considera *Lutjanus* um zoobentívoro e piscívoro e, van der Elst (1993) reporta que este se alimenta de outros peixes e de crustáceos.

Abreu (2003), afirmou que juvenis de *P.indicus*, aparentemente, se alimentam de plâncton como principal fonte, e adultos alimentam-se de, provavelmente, plâncton e ervas marinhas. Esta autora sugeriu, também, que este camarão é um consumidor primário ou secundário. Esta espécie, no presente trabalho, foi somente encontrada nos mangais poluídos por esgoto e a sua fonte de carbono e nitrogénio não foi possível identificar. Chong (1979) e Chong e Sasekumar (1981, citados, entre outros, por Rodelli, 1984) indicam que camarões penaeídeos são omnívoros, embora possam mostrar uma preferência por alimento animal em vez de detritos.

5. CONCLUSÕES

A $\delta^{15}\text{N}$ dos mangais sob influência de esgoto urbano e dos não influenciados, em relação às espécies faunísticas e às prováveis fontes são, no geral, diferentes.

A diferença entre as razões isotópicas de carbono dos dois tipos de mangal é menos evidente que entre as de nitrogénio, no entanto, as espécies faunísticas apresentam, no geral, diferenças.

As prováveis fontes de carbono e nitrogénio das espécies comuns aos dois tipos de mangal, mostraram-se diferentes para as espécies *P.catenata* e *U.annulipes* e *C.decollata*. Os números de prováveis fontes de C e N, para *N. meinerti* e *P.guttatum*, foram diferentes entre os mangais "limpos" e os "não limpos".

Não foi possível identificar as fontes de C e N para a fauna visitante dos mangais poluídos por esgoto, não tendo sido feita assim, uma comparação em relação às prováveis fontes, entre os mangais "limpos" e os "não limpos".

Cada espécie, comum aos dois tipos de mangal, aparenta pertencer ao mesmo nível trófico em todos os mangais (ver tabela 1), sugerindo que a poluição por esgoto urbano, não altera a posição trófica de uma espécie.

6. RECOMENDAÇÕES

Para um conhecimento mais aprofundados sobre as diferenças entre mangais sob efeito de esgoto urbano e mangais intactos, usando um estudo isotópico duplo, recomenda-se que:

- Uma investigação de possíveis mudanças ontogénicas das espécies;
- Uma atenção ao estado bioquímico (antes ou depois da desova, saudável ou doente, gordo ou magro) dos indivíduos a serem analisados;
- Uma medição de parâmetros ambientais e, emprego de maior esforço na amostragem e análise envolvendo mais possíveis fontes (ex. Algas microbentónicas, fito e zooplâncton, etc.) e descargas de esgoto.
- Estudo das influências das descargas de viveiros de mariscos, visto na Costa do Sol haver um destes.

7. BIBLIOGRAFIA E SITES

- Abreu, D.C.; 2003; O Papel dos Detritos de Mangal na Nutrição de Camarões Penaeideos: Um Estudo Isotópico Duplo na Ilha da Inhaca, Moçambique. Trabalho de Licenciatura; Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique. 51pp.
- Bouillon, S.; P. Chandra Mohan; N. Sreenivas; F. Dehairs. 2000. Sources of suspended organic matter and selective feeding by zooplankton in an estuarine mangrove ecosystem as traced by stable isotopes. Marine Ecology Progress Series. 208: 79–92.
- Bouillon, S.; N. Koedam; A.V. Raman e F. Dehairs. 2002a. Primary producers Sustaining Macro-invertebrate Communities in Intertidal mangrove Forests. Oecologia, 130: 441 – 448.
- Bouillon, S.; A. V. Raman; P. Dauby; F. Dehairs. 2002b. Carbon and Nitrogen Stable Isotope Ratios of Subtidal Benthic Invertebrates in an Estuarine Mangrove Ecosystem (Andhra Pradesh, India) Estuarine, Coastal and Shelf Science. 54: 901–913.
- Bouillon, S. 2003. Organic Carbon in a Southeast Indian Mangrove Ecosystem: Sources and Utilization by Different Faunal Communities. Trabalho de Doutorado. Vrije Universiteit Brussel Faculteit Wetenschappen Departement Analytische- & Milieuchemie. 334pp.
- Bouillon, S.; F. Dahdouh-Guebas; A.V.V.S. Rao; N. Koedam; F. Dehairs. 2003. Sources of Organic Carbon in Mangrove Sediments: Variability and Possible Ecological Implications. Hydrobiologia. 495: 33–39.
- Bouillon, S.; T. Moens e F. Dehairs. 2004a. Carbon sources supporting benthic mineralization in mangrove and adjacent seagrass sediments (Gazi Bay, Kenya) Biogeosciences, 1: 71–78.

- Bouillon, S.; T. Moens; I. Overmmer; N. Koedam; F. Dehairs. 2004b. Resource utilization patterns of epifauna from mangrove forests with contrasting inputs of local versus imported organic matter. Marine Ecology Progress Series, 278: 77–88.
- Bouillon, S.; N. Koedam; W. Baeyens; B. Satyanarayana; F. Dehairs. 2004c. Selectivity of subtidal benthic invertebrate communities for local microalgal production in an estuarine mangrove ecosystem during the post-monsoon period. Journal of Sea Research. 51:133– 144.
- Bouillon, S.; T. Moens ; N. Koedam; F. Dahdouh-Guebas; W. Baeyens; F. Dehairs. 2004d. Variability in the origin of carbon substrates for bacterial communities in mangrove sediments. Microbiology Ecology (artigo submetido).
- Branch, G.M.; C.L. Griffiths; M.L. Branch, L.E. Beckly. 1994. Two Oceans: A Guide to the Marine Life of Southern Africa. 360pp.
- Chong, V.C.; C.B. Low; T. Ichikawa. 2001. Contribution of Mangrove Detritus to Juvenile Prawn Nutrition: a Dual Isotope Study in a Malaysian Mangrove Forest. Marine Biology. 138:77 – 86.
- Cloern, J. E., E. A. Canuel; D. Harris. 2002. Stable carbon and nitrogen isotope composition of aquatic and terrestrial plants of the San Francisco Bay estuarine system. Limnology and Oceanography. 47: 713-729.
- Cocheret de la Monière, E.; B.J.A. Pollux; I. Nagelkerken; M.A. Hemminga; A.H.L. Huiskes; G. van der Velde. 2003. Ontogenetic Dietary Changes of Coral Reef Fishes in the Mangrove-Seagrass-Reef Continuum: Stable Isotopes and Gut-Content Analysis. Marine Ecology Progress Series. 246: 279 – 289.

- Constanzo, S.D.; M.J. O'Donohue; W.C. Dennison; N.R. Loneragan; M. Thomas. 2001. A New Approach for Detecting and Mapping Sewage Impacts. Marine Pollution Bulletin. 42(2): 149 – 156.
- Dahdouh-Guebas, F.; M. Verneirt; J. F. Tack; N. Koedam. 1997. Food preferences of *Neosarmatium meinerti* de Man (Decapoda: Sesarminae) and its possible effect on the regeneration of mangroves. Hydrobiologia. 347: 83 –89.
- de Boer, F.W. (2000) Biomass Dynamics of Seagrasses and the Role of Mangrove and Seagrasses Vegetation as Different Nutrient Sources for an Intertidal Ecosystem in Mozambique. Aquatic Botany, 66: 225-239.
- de Boer, F.W., L. Rydberg e V.Saide. 2000. Tides, Tidal Currents and Their Effects on The Intertidal Ecosystem of The Southern Bay, Inhaca Island, Mozambique. Hydrobiologia. 428: 187-196.
- de Boer, W.F. e Prins, H.H.T. 2002. Human exploitation and benthic community structure on a tropical intertidal flat. Journal of Sea Research 48: 225–240.
- Dehairs, F.; R. G. Rao; P. Chandra Mohan; A.V. Raman; S. Marguillier; L. Hellings. (2000). Tracing mangrove carbon in suspended matter and aquatic fauna of the Gautami–Godavari Delta, Bay of Bengal (India). Hydrobiologia, 431: 225–241.
- DeNiro, M.J. e Epstein, S. (1978). Influence of Diet on The Distribution of Carbon Isotopes in Animals. Geochimica et Cosmochimica Acta. 42:495 – 506.
- Fantle, M.S.; Dittel, A.I.; Schwalm, S.M.; Epifanio, C.E; Fogel, M.L.; 1999. A Food Web Analysis of the Juvenile Blue Crab, *Callinectes sapidus*, Using Stable Isotopes in Whole Animals and Individual Amino Acids. Oecologia, 120:416 – 426.

- Fleming, M.; G. Lin, G. e L.S.L. Sternberg. 1990. Influence of Mangrove Detritus In An Estuarine Ecosystem. Bulletin of Marine Science 47 (3): 663-669.
- Flores, A.A.V.; J. Paula e J. Saraiva. 2002. Sexual maturity, reproductive cycle and juvenile recruitment of *Parasesarma catenata* (Brachyura, Sesamidae) at Ponta Rasa mangrove swamp, Inhaca Island, Mozambique. Journal of Crustacean Biology, 22(1): 143-156.
- Flores, A.A.V; K.G. Abrantes; J. Paula. (2005) Estimating abundance and spatial distribution patterns of the bubble crab *Dotilla fenestrata* (Crustacea: Brachyura). Austral Ecology 30 (1): 14
- Fratini, S.; S. Cannicci; M. Vannini. (2001). Feeding clusters and olfaction in the mangrove snail *Terebralia palustris* Linnaeus Potamididae: Gastropoda. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 261 173–183
- Fratini, S. 2003. Molluscs. In <http://www.specola.unifi.it/mangroves/fauna/inv/molluscs1.htm>.
- Gannes, L.Z.; D.M. O'Brien e C.M. Del Rio. 1997. Stable Isotopes in Animal Ecology: Assumptions, Caveats, and a Call for More Laboratory Experiments. Ecology, 78 (4): 1271 – 1276.
- Gearing, J.N. 1991. The Study of Diet and Trophic Relationships through Natural Abundance ¹³C. In Carbon Isotope Techniques. Academic press, Inc. Canada, Cap 13.
- Guerreiro, J.; S. Freitas; P. Pereira; J. Paula; A. Macia. 1996. Sediment Macrobenthos of Mangrove Flats at Inhaca Island, Mozambique. Cahiers de Biologie Marine. 37: 309 – 327.
- Hemminga, M.A.; F.J. Slim; J. Kazungu; G.M. Ganssen; J. Nieuwenhuize e N.M. Kruyt. (1994). Carbon Outwelling from a Mangrove Forest with Adjacent

Seagrass Beds and Coral Reefs (Gazi Bay, Kenya). Marine Ecology Progress Series, 106: 291-301.

- Hemminga, M.A., P. Gwada; F.J. Slim; P. de Koeyer; J. Kazungu. 1995. Leaf production and nutrient contents of the seagrass *Thalassodendron ciliatum* in the proximity of a mangrove forest (Gazi Bay, Kenya). Aquatic Botany. 50: 159 – 170.
- Hogueane, A.M.; A.E. Hill; J.H. Simpson e D.G. Bowers. 1999. Diurnal and Tidal Variation of Temperature and Salinity in the Ponta Rasa Mangrove Swamp, Mozambique. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 49: 251-264.
- Impacto. 1996. Mitos e Lendas na Gestão Tradicional dos Recursos Naturais (Ilha da Inhaca). Impacto, Projectos e Estudos de Impacto Ambiental, Lda. 57pp.
- Kalk, M. 1995. A Natural History of Inhaca Island, Mozambique. Third Edition. 395pp. Johannesburg, Witwatersrand University Press.
- Kwak, T.J. e Zedler, J.B. 1997. Foodweb Analysis of Southern California Coastal Wetlands Using Multiples Stable Isotopes. Oecologia. 110: 262 – 277.
- Lallier-Verges, E.; B. P. Perrussel; J.R. Disnar; F. Baltzer. 1998. Relationships between environmental conditions and the diagenetic evolution of organic matter derived from higher plants in a modern mangrove swamp system (Guadeloupe, French West Indies). Organic Geochemistry. 29(5–7):1663 – 1686
- Lee, S.Y. 1995. Mangrove outwelling: a review. Hydrobiologia, 295: 203-212.

- Lepoint, G.; F. Nyssen; S. Gobert; P. Dauby; J.-M. Bouquegneau. 2000. Relative impact of a seagrass bed and its adjacent epilithic algal community in consumer diets. Marine Biology. 136: 513 – 518
- Litulo, C. 2004. Reproductive Aspects of a Tropical Population of the Fiddler Crab *Uca annulipes* (H.Milne Edwards, 1837) (Brachyura: Ocypodidae) at Costa do Sol Mangrove, Maputo Bay, Southern Mozambique. Hydrobiologia, 525: 167-173.
- Macia, A. 2004a. Juvenile Penaeid Shrimp Density, Spatial Distribution and Size Composition in four adjacent habitats within a Mangrove-Fringed Bay on Inhaca Island, Mozambique. Western Indian Ocean Journal of Marine Science (WIOMSA) 3 (2): 163–178.
- Macia, A. 2004b. Primary Carbon Sources for Juvenile Penaeid Shrimps in a Mangrove-Fringed Bay of Inhaca Island, Mozambique: A Dual Carbon and Nitrogen Isotope Analysis. Western Indian Ocean Journal of Marine Science (WIOMSA), 3(2):151–161.
- Marguillier, S.; G. van de Velde; F. Dehairs; M.A. Hemminga; S. Rajagopal. 1997. Trophic Relationships in an Interlinked Mangrove-Seagrass Ecosystem as Traced by $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$. Marine Ecology Progress Series. 151: 115 – 121.
- Newell, R.I.E., N. Marshall, A. Sasekumar e V.C. Chong. 1995. Relative Importance Of Benthic Microalgae, Phytoplankton, and Mangroves as Sources of Nutrition For Penaeid Prawns and Other Coastal Invertebrates From Malasya. Marine Biology 123: 595-606.
- Nybakken, J.W. (1993). Marine Biology - An ecological approach. 3ª edição, Harper Collins College Publishers. 147-151, 371 - 382, 425 - 427pp
- Pereira, M.Á.M e P. M. B. Gonçalves. 2000a. A Preliminary Investigation of the Effects of Human Physical Disturbance on the Ecology of the Soldier

Crab *Dotilla fenestrata* (Crustacea, Ocypodidae) at Praia da Costa do Sol, Maputo. Apresentado na 2ª Conferência Nacional sobre Investigação na Zona Costeira, Maputo, Setembro 27-29.

- Pereira, M.A.M e P. M. B. Gonçalves. 2000b. Influence of Human Exploitation of Intertidal Mollusk Resources on the Selection and Utilisation of Gastropod Shells by the Hermit Crab *Clibanarius longitarsus* (de Haan) in Costa do Sol Mangrove, Maputo. Apresentado na 2ª Conferência Nacional sobre Investigação na Zona Costeira, Maputo, Setembro 27-29.
- Primavera, J.H. (1996). Stable carbon and nitrogen isotope ratios of penaeid juveniles and primary producers in a riverine mangrove in Guimaras, Philippines. Bulletin of Marine Science, 58 (3): 675 -683.
- Richmond, M.D. 1997. A Guide to the Seashores of Eastern Africa and the Western Indian Ocean Islands. 448pp. Tanzania. SIDA.
- Riera, R.; L.J. Stal; J. Nieuwenhuize. 2000. Heavy $\delta^{15}\text{N}$ in Intertidal Benthic Algae and Invertebrates in the Scheldt Estuary (The Netherlands): Effect of River Nitrogen Inputs. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 51: 365–372.
- Risk, M.J. e Erdmann, M.V. 2000. Isotopic Composition of Nitrogen in Stomatopod (Crustacea) Tissues as an Indicator of Human Sewage Impacts on Indonesian Coral Reefs. Marine Pollution Bulletin. 40(1): 50 – 58.
- Rodelli, M.R.; J.N. Gearing; N. Marshall; A. Sasekumar. 1984. Stable Isotope Ratio as a Tracer of Mangrove Carbon in Malaysian Ecosystems. Oecologia. 61: 326 – 333.
- Rönnbäck, P.; A. Macia; G. Almqvist; L. Schultz; M. Troell. Do Penaeid Shrimps have a Preference for Mangrove Habitats? Distribution Pattern Analysis on Inhaca Island, Mozambique Estuarine, Coastal and Shelf Science. 55, 427–436.

- Savage, C. 2000. Ecological Applications of Stable Isotopes. Doktoranduppsats. 39pp. Institutionen for Systemekologi. Stockolms Universitet.
- Savage, C.; R. Elmgren; U. Larsson. 2002. Effects of sewage derived nutrients on an estuarine macrobenthic community. Marine Ecology Progress Series. 243: 67–82.
- Stoner, A.W. e R.J. Zimmerman. 1988. Food Pathways Associated with Penaeid Shrimps In A Mangrove-fringed Estuary. Fishery Bulletin, 48: 543-551.
- Tam, N.F.Y. (1998). Effects of Wastewater Discharge on Microbial Populations and Enzyme Activities in Mangrove Soils. Environmental Pollution. 102: 233 – 242.
- Taylor, M.; C. Ravilious e E. P. Green. 2003. Mangroves of East Africa. UNEP-WCMC.
- Tieszen, L.L.; T.W. Boutton; K.G. Tesdahl; N.A. Slade. (1983). Fractionation and Turnover of Stable Carbon Isotopes in Animal Tissues: Implications for Analysis of Diet. Oecologia. 57: 32 – 37.
- van der Elst, R. 1993. A Guide to the Common Sea Fishes of Southern Africa. Struik. Third edition. Cape Town. 398pp.
- Vander Zanden, M.S. e Rasmussen, J.B. 2001. Variation in ^{15}N and ^{13}C , Trophic Fractionation: Implications for Aquatic Food Webs Studies. American Society of Limnology and Oceanography, inc. 46 (8): 2061 – 2066.
- Vannini, M e Cannicci, S.. 2003. Mangrove Crabs. *In* <http://www.specola.unifi.it/mangroves/fauna/inv/crabsnew.htm>.

- Wada, E.; H, Mizutani e M. Minagawa. 1991. The Use of Stable Isotopes for Food Web Analysis. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 30(3): 361-371.
- World Wildlife Fund (WWF), 2001, East African Mangroves *in* http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/at/at1402_full.html

ANEXO I – RESULTADOS

Tabela AI-1: Organismos encontrados subdivididos em grupos e em espécies amostradas e local onde foram encontradas. * não se chegou à espécie, usou-se a família. ** não se chegou à espécie, usou-se infraordem.

| Tipos | Grupos | Espécies | Local onde foi encontrado |
|----------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Produtores primários | Árvores de mangal | <i>A. marina</i> (12) | Saco, P.Rasa, CSA1, CSA2 |
| | | <i>B. gymnorhiza</i> (3) | CSA1 |
| | | <i>C. tagal</i> (9) | Saco, P.Rasa, CSA1 |
| | | <i>R. mucronata</i> (9) | Saco, P.Rasa, CSA1 |
| | Halófitas | <i>C. diffusa</i> (9) | Saco, P.Rasa, CSA1 |
| | | * Gramínea (6) | Saco, P.Rasa |
| | | <i>Salicornia sp.</i> (6) | Saco, P.Rasa |
| | | <i>S. portulacastrum</i> (9) | Saco, P.Rasa, CSA1 |
| Epífitas | Fungos | <i>R. fecunda</i> (6) | Saco, P.Rasa |
| Macroepibentos | Caranguejos | <i>M. depressus</i> (3) | CSA1 |
| | | <i>N. meinerti</i> (12) | Saco, P.Rasa, CSA1, CSA2 |
| | | <i>P. catenata</i> (11) | Saco, P.Rasa, CSA1, CSA2 |
| | | <i>P. gutatum</i> (11) | Saco, P.Rasa, CSA1, CSA2 |
| | | <i>U. annulipes</i> (4) | P.Rasa, CSA1 |
| | | <i>U. inversa</i> (6) | Saco, P.Rasa |
| | Gastrópodes | <i>C. decollata</i> (12) | Saco, P.Rasa, CSA1, CSA2 |
| | | <i>L. scabra</i> (12) | Saco, P.Rasa, CSA1, CSA2 |
| Fauna visitante | Camarões | ** Carídeo (11) | Saco, P.Rasa, CSA1 |
| | | <i>P. indicus</i> (3) | CSA1, CSA2 |
| | Peixes | <i>A. natalensis</i> (6) | Saco, P.Rasa, CSA2 |
| | | <i>L. richardsonii</i> (19) | Saco, P.Rasa, CSA1, CSA2 |
| | | <i>L. argenteimaculatus</i> (3) | CSA2 |
| | | <i>T. jarbua</i> (2) | CSA2 |

Tabela A1-2: Razões dos isótopos estáveis de Carbono e Nitrogénio de produtores primários, fungos, fauna e outro material (Sedimento e MOPS) em cada área de mangais "não limpos" e de mangais "limpos".

| Espécie/Material, (nº do replicado) | Mangais Limpos | | | | Mangais Não Limpos | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Saco | | Ponta Rasa | | CSA1 | | CSA2 | |
| | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ |
| Prováveis fontes | | | | | | | | |
| <i>A. marina</i> (1) | -28,17 | 5,37 | -24,97 | 5,40 | -27,45 | 10,31 | -27,10 | 13,37 |
| <i>A. marina</i> (2) | -27,48 | 5,92 | -23,79 | 4,17 | -27,26 | 9,85 | -26,86 | 12,39 |
| <i>A. marina</i> (3) | -26,92 | 2,47 | -25,84 | 3,67 | -28,20 | 10,87 | -27,93 | 11,96 |
| <i>B. gymnorrhiza</i> (1) | | | | | -27,44 | 8,87 | | |
| <i>B. gymnorrhiza</i> (2) | | | | | -33,72 | 6,14 | | |
| <i>B. gymnorrhiza</i> (3) | | | | | -27,23 | 6,89 | | |
| <i>C. tagal</i> (1) | -25,32 | -0,70 | -25,39 | 2,37 | -25,01 | 6,38 | | |
| <i>C. tagal</i> (2) | -25,57 | 0,05 | -26,14 | 4,03 | -24,88 | 6,69 | | |
| <i>C. tagal</i> (3) | -24,56 | 2,16 | -25,96 | 5,84 | -24,34 | 7,43 | | |
| <i>C. diffusa</i> (1) | -27,37 | 9,35 | -25,90 | 4,20 | -27,50 | 6,70 | | |
| <i>C. diffusa</i> (2) | -27,31 | 10,71 | -26,95 | 4,25 | -27,41 | 10,55 | | |
| <i>C. diffusa</i> (3) | -27,63 | 6,45 | -25,56 | 5,16 | -27,43 | 7,70 | | |
| Graminea (1) | -13,06 | 2,72 | -12,84 | 2,41 | | | | |
| Graminea (2) | -13,34 | 2,76 | -12,73 | 2,38 | | | | |
| Graminea (3) | -13,17 | 3,61 | -13,15 | 2,39 | | | | |
| <i>R. mucronata</i> (1) | -26,90 | 2,49 | -24,20 | 3,44 | -26,37 | 9,10 | | |
| <i>R. mucronata</i> (2) | -27,15 | 2,25 | -24,99 | 2,19 | -27,00 | 6,73 | | |
| <i>R. mucronata</i> (3) | -25,96 | 1,53 | -24,74 | 3,46 | -26,57 | 9,40 | | |
| <i>Salicornia sp.</i> (1) | -26,89 | 3,66 | -26,60 | 5,76 | | | | |
| <i>Salicornia sp.</i> (2) | -26,09 | 4,09 | -26,56 | 5,66 | | | | |
| <i>Salicornia sp.</i> (3) | -25,67 | 3,25 | -27,54 | 4,13 | | | | |
| <i>S. portulacastrum</i> (1) | -24,28 | 6,06 | -21,48 | 2,18 | -24,99 | 3,38 | | |
| <i>S. portulacastrum</i> (2) | -24,58 | 4,38 | -22,49 | 2,08 | -24,42 | 4,99 | | |
| <i>S. portulacastrum</i> (3) | -23,87 | 4,14 | -21,76 | 1,88 | -24,82 | 6,56 | | |
| Fungo | | | | | | | | |
| <i>R. fecunda</i> (1) | -28,08 | -9,94 | -28,08 | -9,04 | | | | |
| <i>R. fecunda</i> (2) | -27,97 | -9,74 | -27,95 | -7,72 | | | | |
| <i>R. fecunda</i> 3 | -28,12 | -10,46 | -27,79 | -8,29 | | | | |
| Fauna | | | | | | | | |
| <i>A. natalensis</i> (1) | -19,87 | 8,98 | -17,72 | 9,83 | | | -18,35 | 20,74 |
| <i>A. natalensis</i> (2) | | | -17,86 | 9,78 | | | -16,34 | 19,36 |
| <i>A. natalensis</i> (3) | | | | | | | -16,62 | 19,39 |
| <i>Carideo</i> (1) | -19,61 | 9,51 | -20,03 | 8,31 | -15,74 | 19,14 | | |
| <i>Carideo</i> (2) | -20,41 | 9,98 | -20,64 | 8,90 | -16,77 | 18,36 | | |
| <i>Carideo</i> (3) | -21,17 | 10,15 | -18,16 | 8,14 | | | | |
| <i>Carideo</i> (4) | -19,46 | 7,06 | | | | | | |
| <i>Carideo</i> (5) | -18,99 | 7,60 | | | | | | |
| <i>Carideo</i> (6) | -20,09 | 7,10 | | | | | | |
| <i>C. decollata</i> (1) | -19,02 | 3,27 | -25,08 | 3,84 | -15,72 | 14,49 | -15,55 | 15,43 |
| <i>C. decollata</i> (2) | -19,28 | 4,47 | -23,45 | 4,35 | -18,14 | 12,55 | -16,14 | 13,80 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|-------|--------|------|--------|-------|--------|-------|
| <i>C. decollata</i> (3) | -19,87 | 3,70 | -24,41 | 3,70 | -16,66 | 13,52 | -16,34 | 12,67 |
| <i>L. scabra</i> (1) | -24,61 | 1,16 | -22,23 | 2,32 | -22,56 | 8,85 | -22,46 | 9,48 |
| <i>L. scabra</i> (2) | -22,00 | 0,87 | -22,99 | 2,24 | -21,46 | 6,72 | -21,53 | 9,83 |
| <i>L. scabra</i> (3) | -24,28 | -0,62 | -23,23 | 0,57 | -23,17 | 7,89 | -21,69 | 9,80 |
| <i>L. richardsonii</i> (1) | -16,02 | 8,51 | -19,05 | 9,50 | -15,15 | 14,72 | -16,52 | 20,74 |
| <i>L. richardsonii</i> (2) | | | -18,36 | 9,76 | -13,71 | 14,46 | -17,67 | 20,39 |
| <i>L. richardsonii</i> (3) | | | -19,10 | 9,51 | -14,94 | 19,80 | -16,71 | 20,20 |
| <i>L. richardsonii</i> (4) | | | | | -15,11 | 19,22 | -17,13 | 17,93 |
| <i>L. richardsonii</i> (5) | | | | | -15,19 | 19,02 | -16,51 | 19,90 |
| <i>L. richardsonii</i> (6) | | | | | -14,86 | 17,74 | -15,85 | 19,44 |
| <i>L. richardsonii</i> (7) | | | | | -15,31 | 17,30 | -16,94 | 16,97 |
| <i>L. richardsonii</i> (8) | | | | | -16,68 | 14,02 | | |
| <i>L. argentimaculatus</i> (1) | | | | | | | -18,37 | 20,01 |
| <i>L. argentimaculatus</i> (2) | | | | | | | -18,00 | 19,22 |
| <i>L. argentimaculatus</i> (3) | | | | | | | -18,63 | 18,60 |
| <i>M. depressus</i> (1) | | | | | -13,96 | 14,56 | | |
| <i>M. depressus</i> (2) | | | | | -14,25 | 14,72 | | |
| <i>M. depressus</i> (3) | | | | | -12,02 | 13,94 | | |
| <i>N. meinerti</i> (1) | -23,46 | 8,49 | -24,71 | 6,45 | -20,46 | 15,20 | -23,25 | 20,86 |
| <i>N. meinerti</i> (2) | -22,50 | 8,69 | -24,46 | 7,58 | -20,25 | 15,63 | -21,18 | 15,34 |
| <i>N. meinerti</i> (3) | -23,16 | 8,02 | -24,33 | 7,95 | -17,94 | 15,60 | -18,22 | 12,63 |
| <i>P. catenata</i> (1) | -21,01 | 7,90 | -19,65 | 7,00 | -15,58 | 15,21 | -21,59 | 12,00 |
| <i>P. catenata</i> (2) | -21,79 | 8,41 | -20,92 | 5,96 | -16,29 | 14,18 | -20,90 | 13,43 |
| <i>P. catenata</i> (3) | -20,40 | 9,24 | | | -15,46 | 14,93 | -19,50 | 16,33 |
| <i>P. gutatum</i> (1) | -23,01 | 8,35 | -24,16 | 7,14 | -18,41 | 13,52 | -16,50 | 15,96 |
| <i>P. gutatum</i> (2) | -23,37 | 8,50 | -23,81 | 6,89 | -17,92 | 14,69 | -17,95 | 17,14 |
| <i>P. gutatum</i> (3) | -22,65 | 8,44 | | | -19,04 | 14,68 | -17,25 | 17,45 |
| <i>P. indicus</i> (1) | | | | | -16,88 | 19,97 | -17,60 | 21,51 |
| <i>P. indicus</i> (2) | | | | | -15,83 | 18,58 | -17,93 | 21,40 |
| <i>P. indicus</i> (3) | | | | | | | -17,42 | 20,71 |
| <i>T. jarbua</i> (1) | | | | | | | -19,42 | 23,97 |
| <i>T. jarbua</i> (2) | | | | | | | -18,61 | 23,35 |
| <i>U. annulipes</i> (1) | | | -18,65 | 6,45 | -13,29 | 17,04 | | |
| <i>U. annulipes</i> (2) | | | -19,38 | 7,02 | | | | |
| <i>U. annulipes</i> (3) | | | -19,54 | 6,04 | | | | |
| <i>U. inversa</i> (1) | -13,10 | 5,88 | -17,86 | 8,40 | | | | |
| <i>U. inversa</i> (2) | -13,51 | 5,72 | -18,74 | 8,18 | | | | |
| <i>U. inversa</i> (3) | -13,58 | 6,11 | -18,36 | 8,47 | | | | |
| Material | | | | | | | | |
| Sedimento (1) | -24,69 | 6,80 | -25,05 | 7,26 | -20,40 | 10,82 | -20,15 | 11,45 |
| Sedimento (2) | -21,87 | 6,15 | -24,64 | 4,55 | -21,01 | 15,56 | -21,21 | 14,11 |
| Sedimento (3) | -21,90 | 8,47 | -24,99 | 5,63 | -19,92 | 11,56 | -20,35 | 11,47 |
| MOPS (1) | -25,24 | 4,23 | -25,78 | 3,39 | -18,59 | 7,08 | -25,40 | 15,26 |
| MOPS (2) | -24,75 | 3,95 | -25,47 | 3,94 | -21,08 | 9,74 | -21,96 | 13,00 |

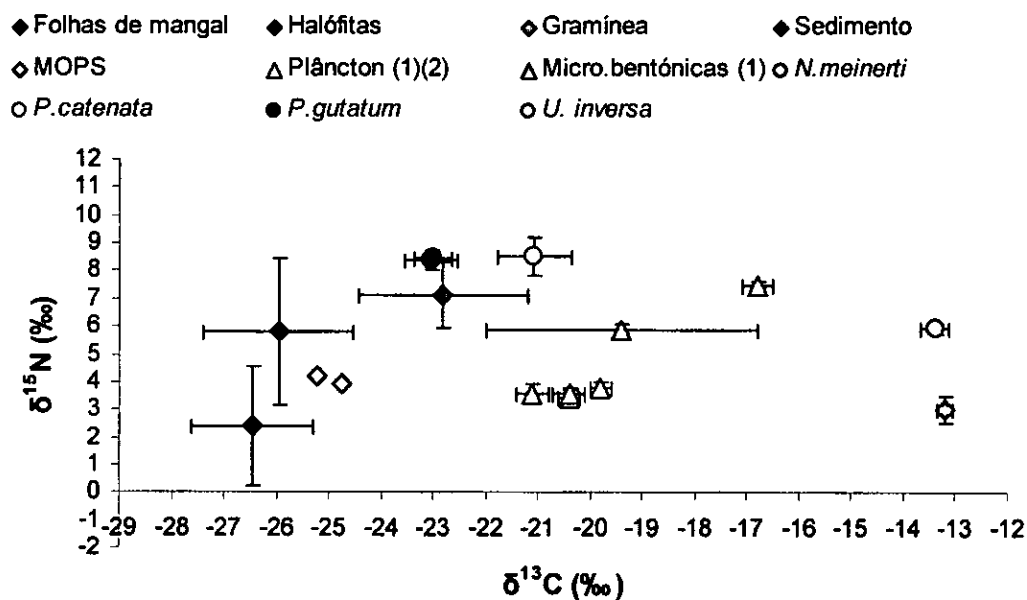


Figura A1-1: Gráfico de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ relativo ao mangal "limpo" do Saco para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de caranguejos (Sesarmídeos e Ocypodes). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

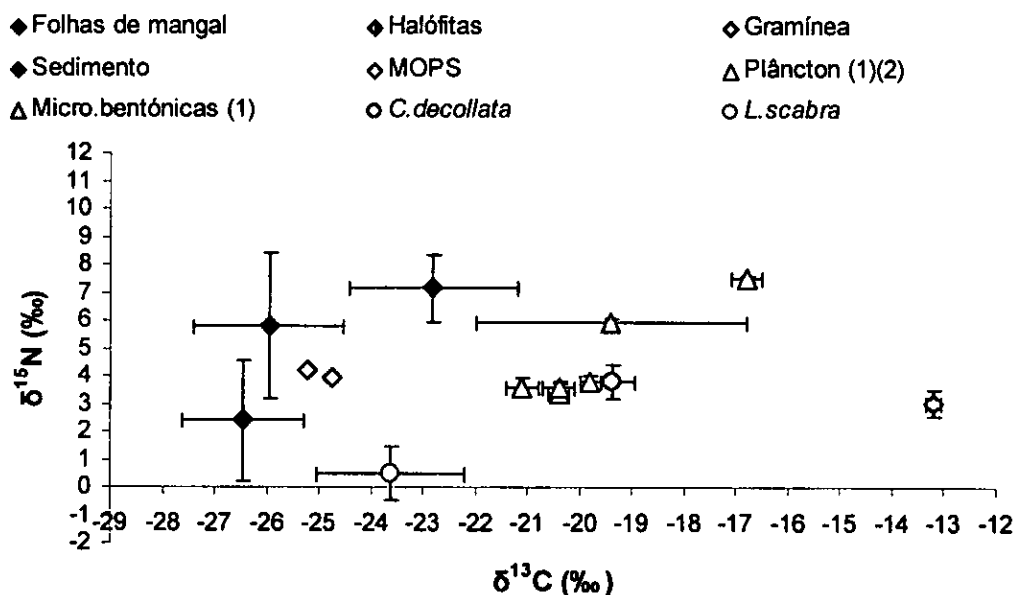


Figura A1-2: Gráfico de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ relativo ao mangal "limpo" do Saco para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de gastrópodes (*C. decollata* e *L. scabra*). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

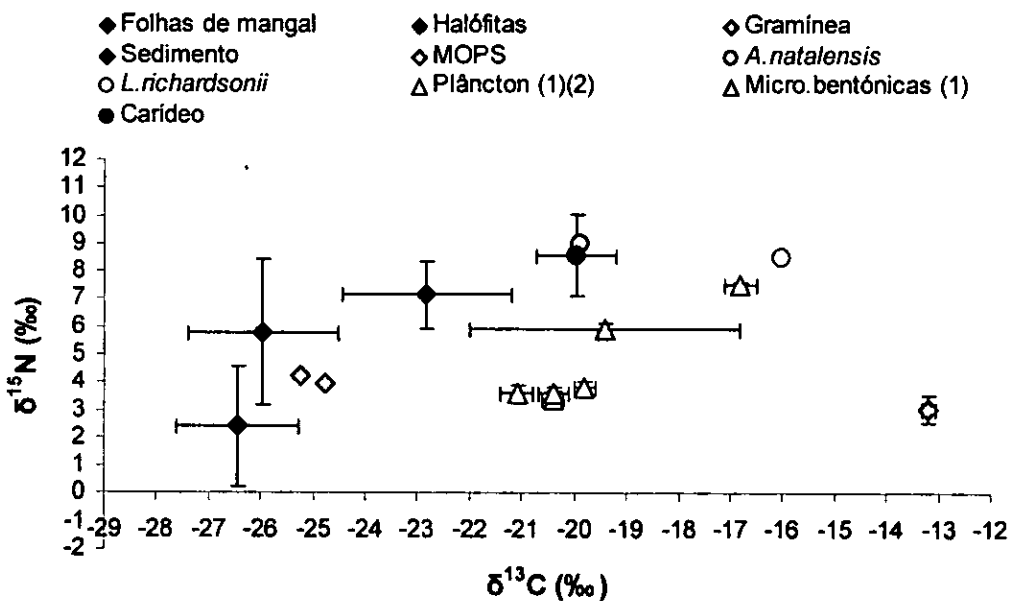


Figura A1-3: Gráficos de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ relativo ao mangal "limpo" do Saco para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de fauna visitante (Peixes e Camarões). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

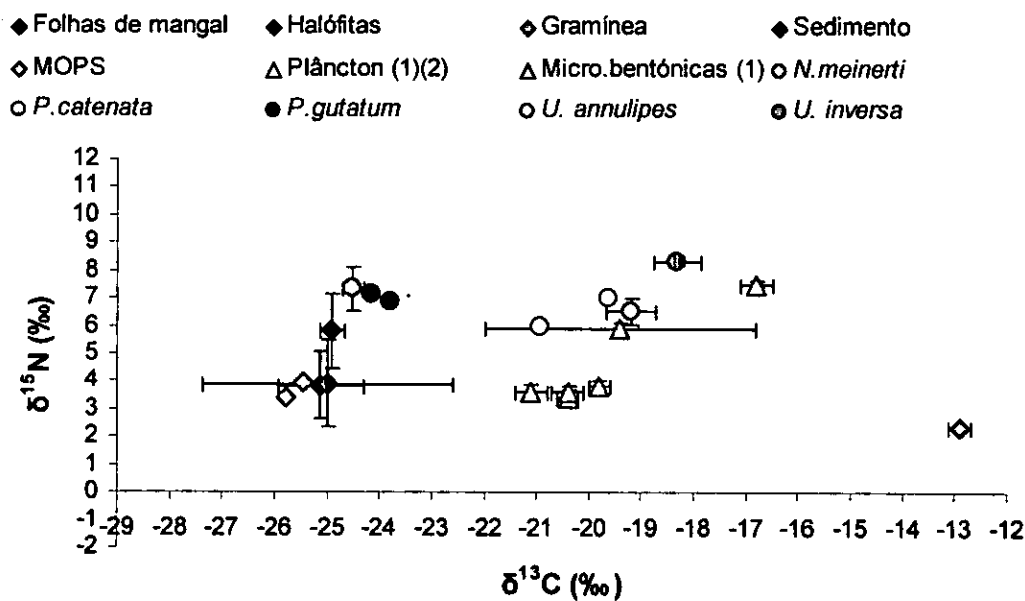


Figura A1-4: Gráfico de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ relativo ao mangal "limpo" da Ponta Rasa para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de caranguejos (Sesarmídeos e Ocypodes). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

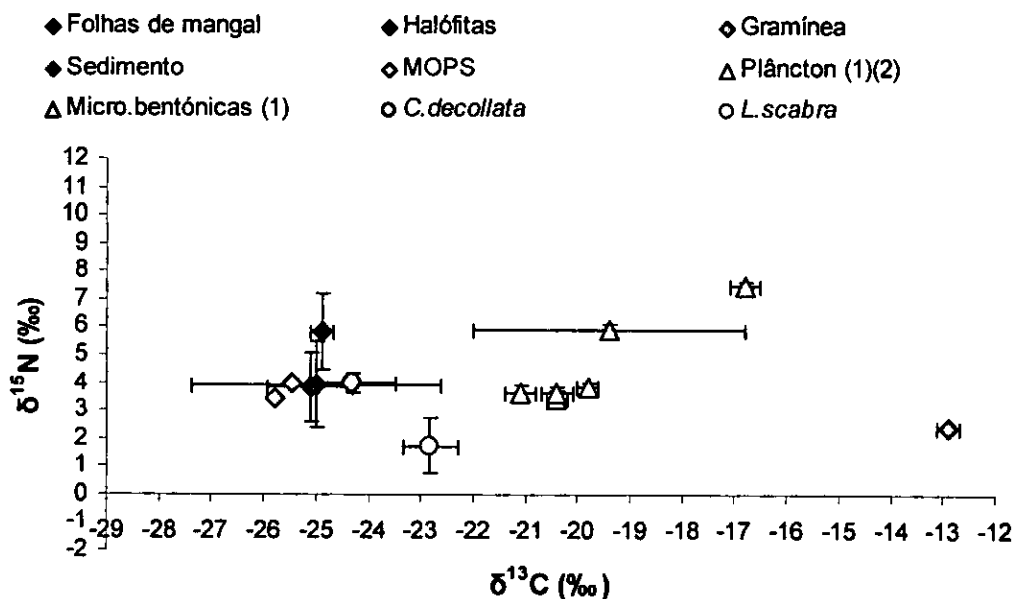


Figura AI-5: Gráfico de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ relativo ao mangal "limpo" da Ponta Rasa para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de gastrópodes (*C. decollata* e *L. scabra*). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

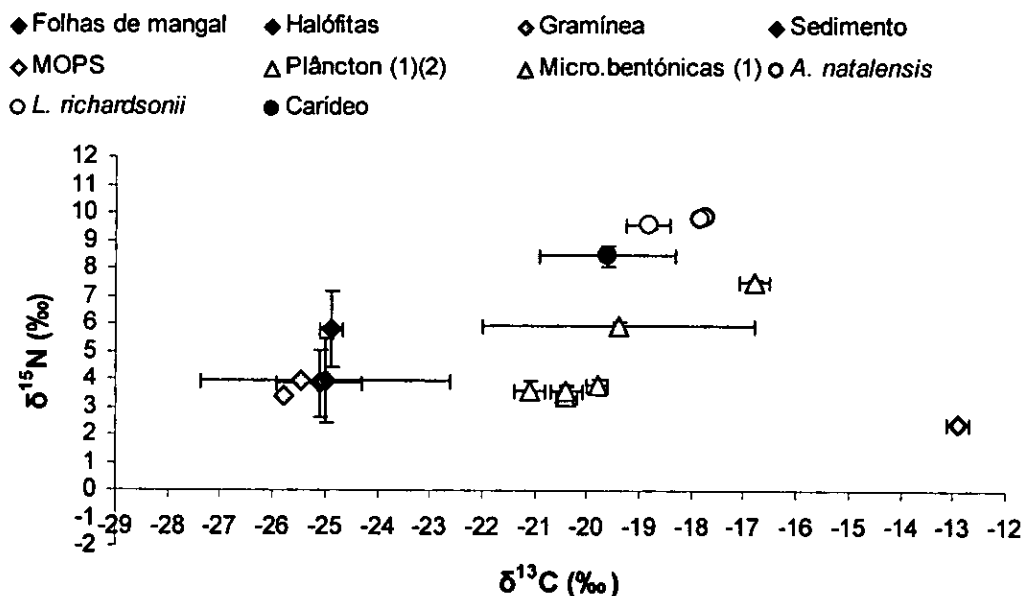


Figura AI-6: Gráfico de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ relativo ao mangal "limpo" da Ponta Rasa para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de fauna visitante (Peixes e Camarões). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

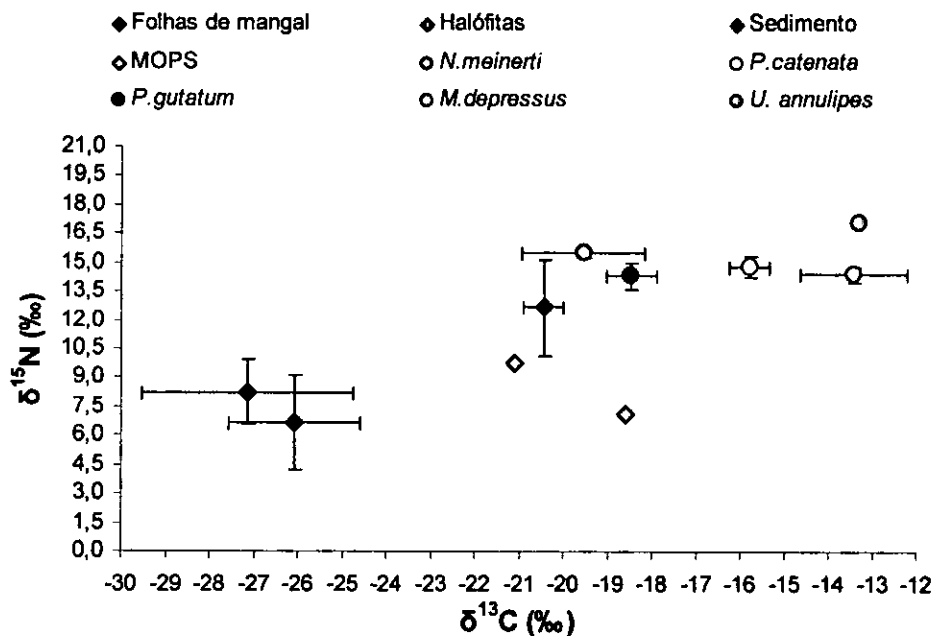


Figura AI-7: Gráfico de $\delta^{13}C$ por $\delta^{15}N$ relativo ao mangal "não limpo" CSA1 para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de caranguejos (Sesarmídeos e Ocypodes). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

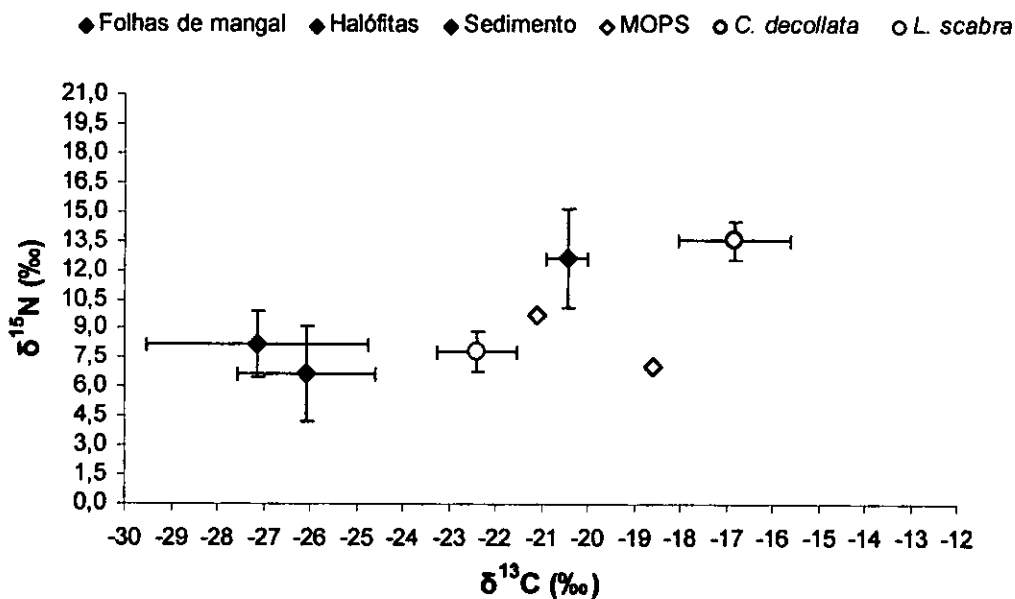


Figura AI-8: Gráfico de $\delta^{13}C$ por $\delta^{15}N$ relativo ao mangal "não limpo" CSA1 para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de gastrópodes (*C.decollata* e *L.scabra*). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

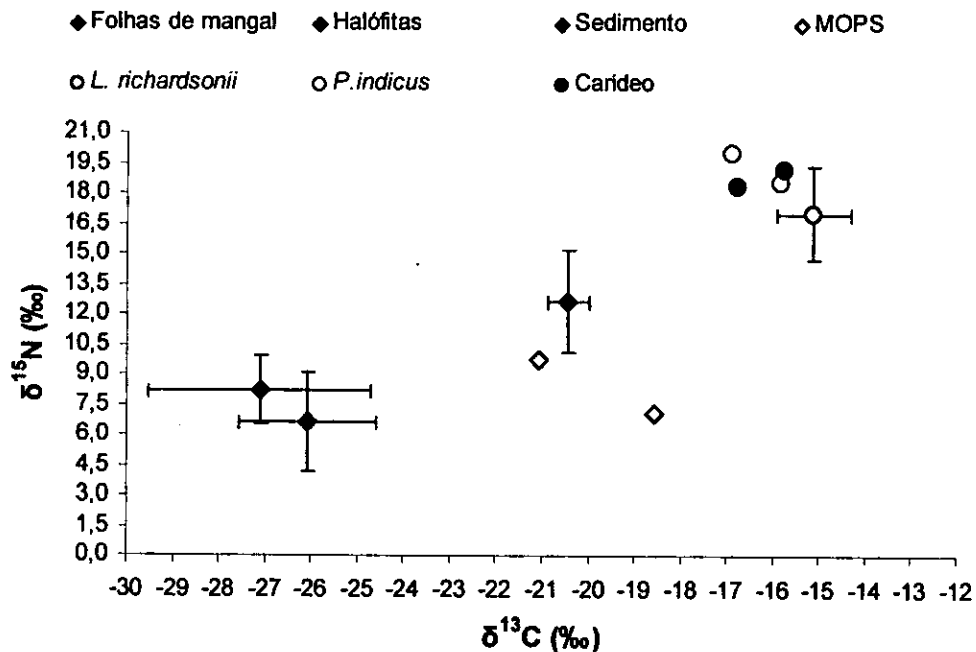


Figura AI-9: Gráfico de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ relativo ao mangal "não limpo" CSA1 para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de fauna visitante (peixes e camarões). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

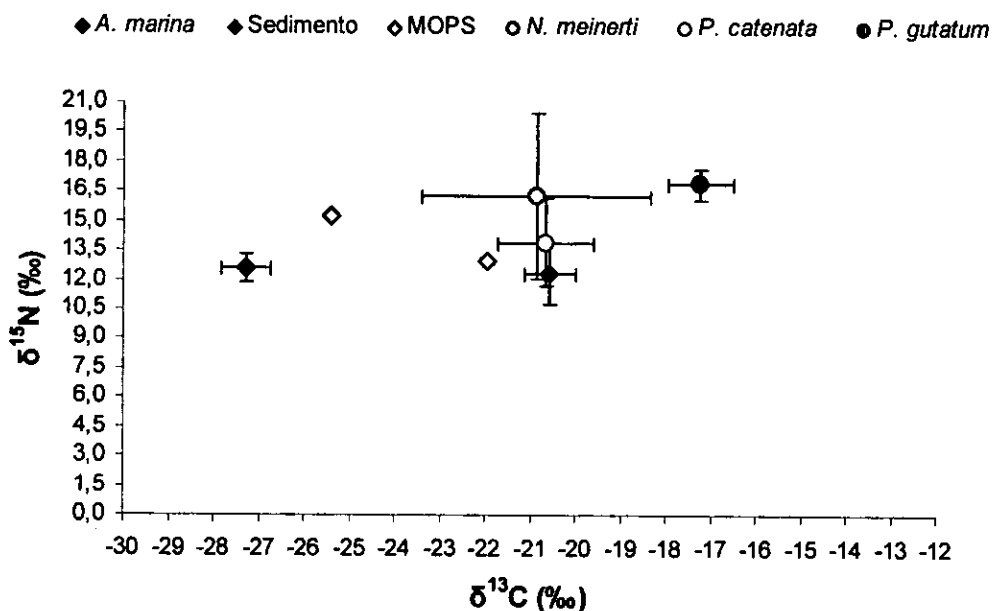


Figura AI-10: Gráfico de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ relativo ao mangal "não limpo" CSA2 para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de caranguejos (Sesarmídeos). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

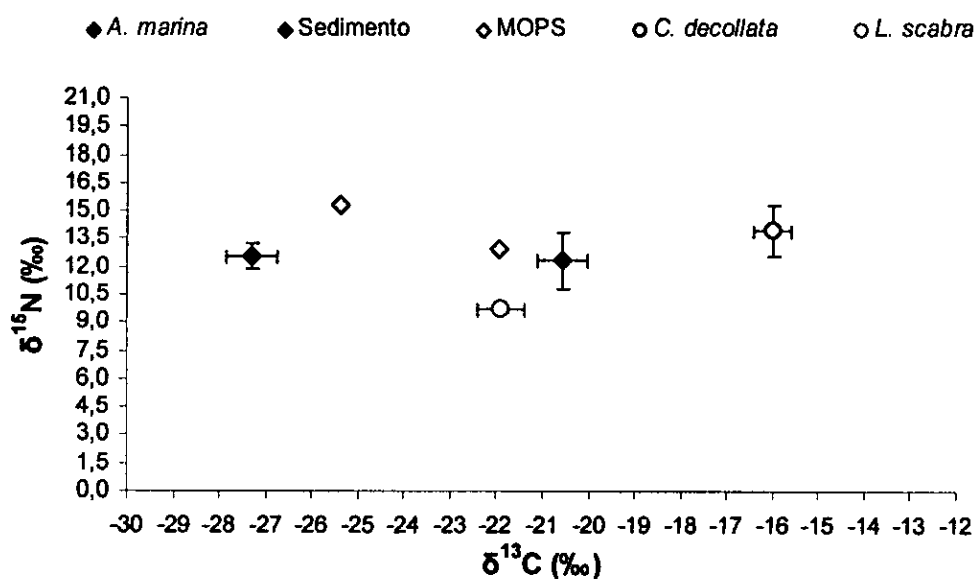


Figura A1-11: Gráfico de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ relativo ao mangal "não limpo" CSA2 para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de gastrópodes (*C. decollata* e *L. scabra*). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

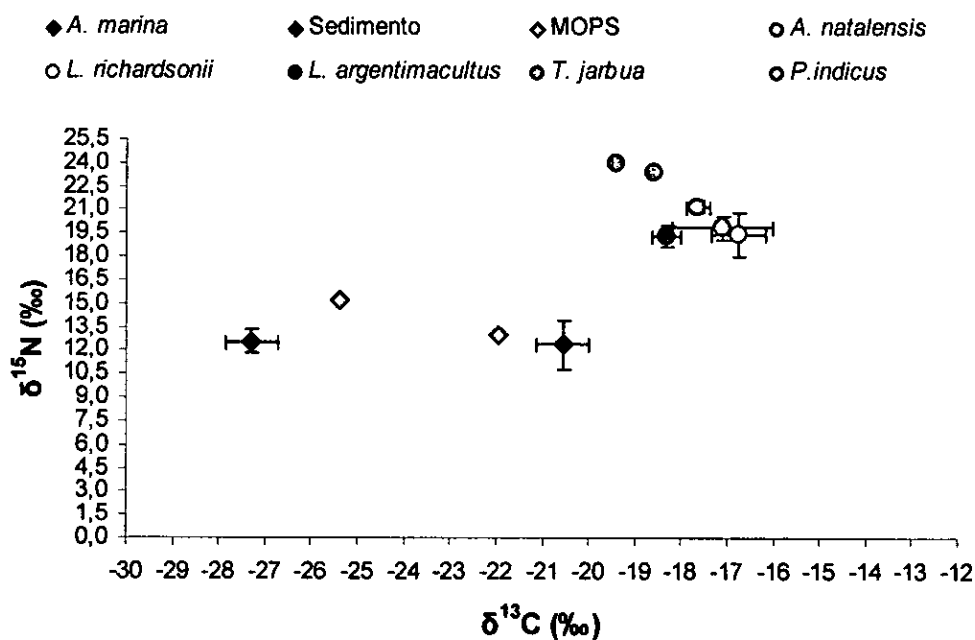


Figura A1-12: Gráfico de $\delta^{13}\text{C}$ por $\delta^{15}\text{N}$ relativo ao mangal "não limpo" CSA2 para produtores primários (folhas de mangal e halófitas), sedimento, MOPS e espécies de fauna visitante (Peixes e Camarões). Assinalados com (1) e (2) são dados retirados de Abreu (2003) e Macia (2004), respectivamente.

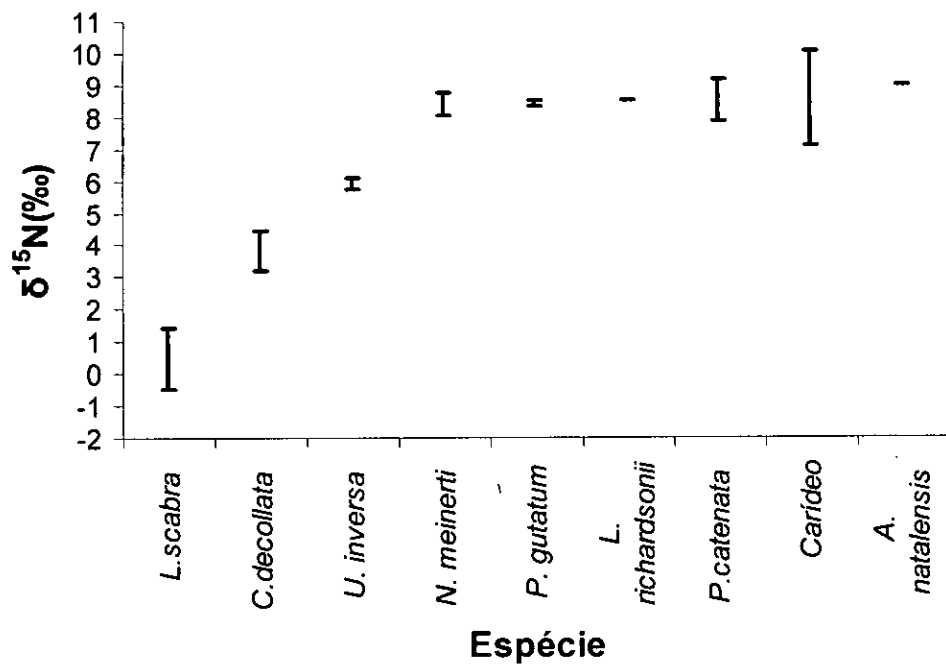


Figura AI-13: Gráfico de $\delta^{15}\text{N}$ relativo à posição trófica de cada espécie em relação às outras no mangal do Saco.

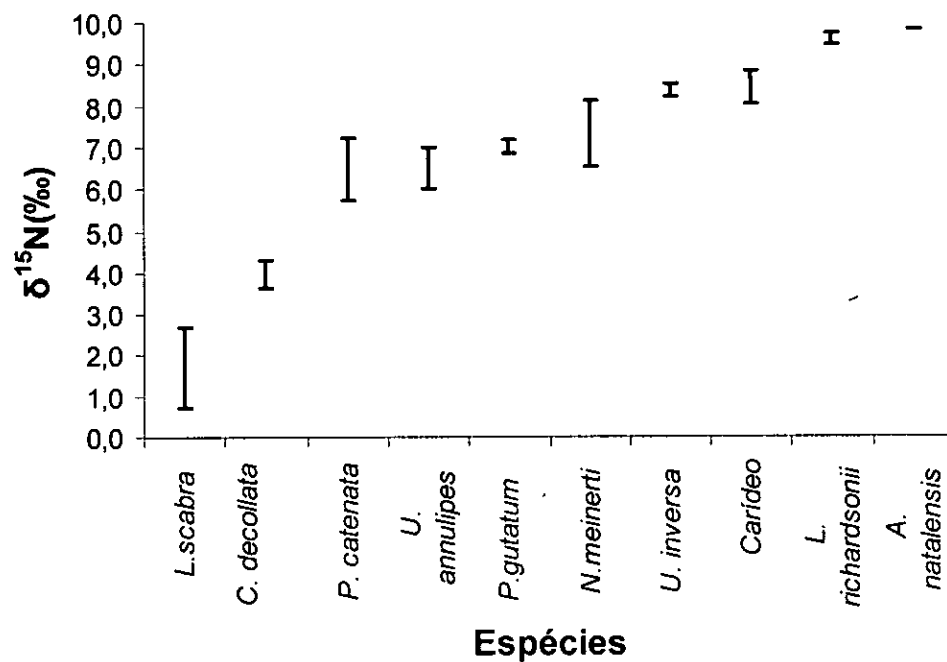


Figura AI-14: Gráfico de $\delta^{15}\text{N}$ relativo à posição trófica de cada espécie em relação às outras no mangal "limpo" da Ponta Rasa.

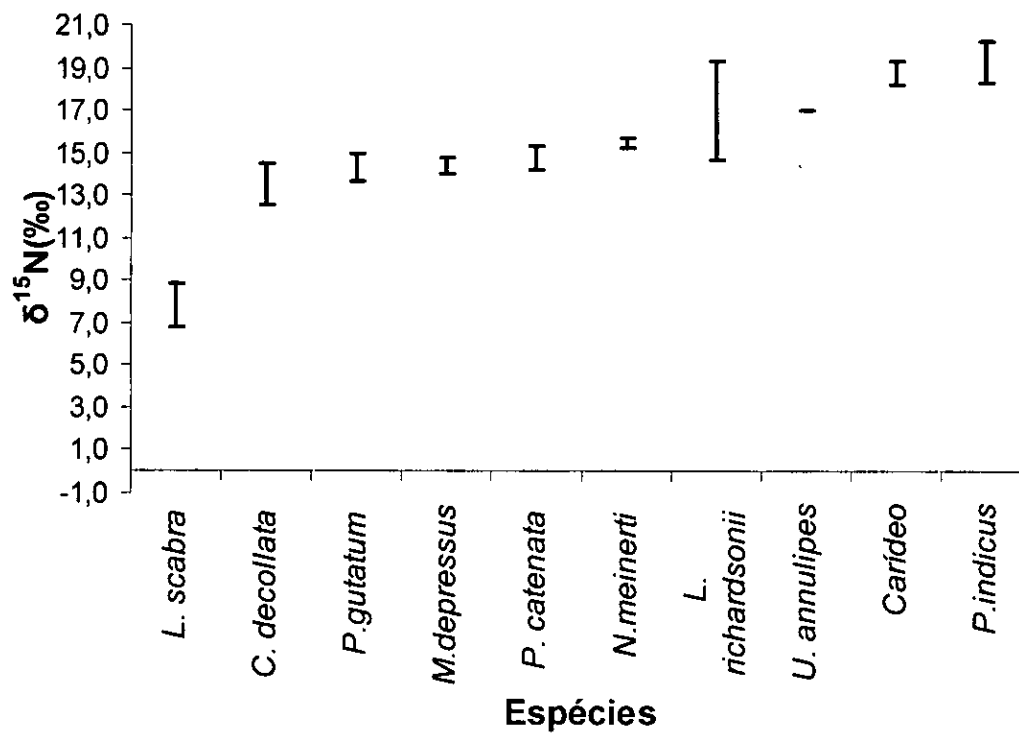


Figura Al-15: Gráfico de $\delta^{15}\text{N}$ relativo à posição trófica de cada espécie em relação às outras no mangal "não limpo" CSA1.

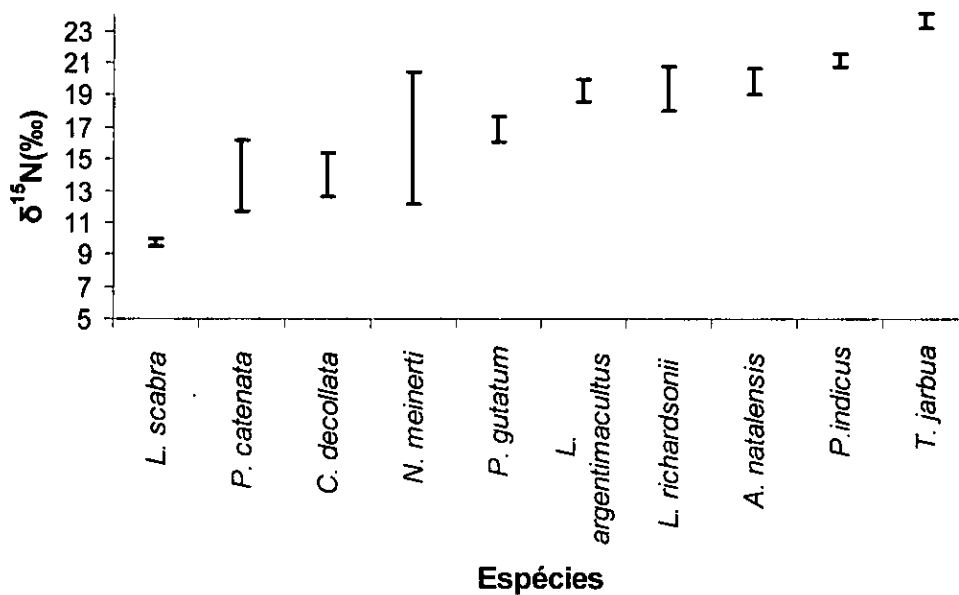


Figura Al-16: Gráfico de $\delta^{15}\text{N}$ relativo à posição trófica de cada espécie em relação às outras no mangal "não limpo" CSA2.

ANEXO II – ESTATÍSTICA

1. *Avicennia marina*

Para Carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,86472$, $p=,05604$

Homogeneidade (Teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela All-1: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de *Avicennia marina*.

| | MS Effect | MS Error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,073747 | 0,120258 | 0,613243 | 0,625315 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela All-2: teste ANOVA Univariada para $\delta^{13}\text{C}$ de *Avicennia marina*.

| | SS | Degr. Of Freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 8638,359 | 1 | 8638,359 | 17128,86 | 0,000000 |
| "Área" | 15,616 | 3 | 5,205 | 10,32 | 0,003997 |
| Error | 4,035 | 8 | 0,504 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tukey HSD: Error: Between MS = ,50432, df = 8,0000

Tabela All-3: Teste de Tukey HSD, para $\delta^{13}\text{C}$ de *Avicennia marina*.

| | Área | {1} | {2} | {3} | {4} |
|---|------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA2 | | 0,934705 | 0,979303 | 0,012971 |
| 2 | CSA1 | 0,934705 | | 0,997105 | 0,006214 |
| 3 | Saco | 0,979303 | 0,997105 | | 0,007924 |
| 4 | Rasa | 0,012971 | 0,006214 | 0,007924 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e Ponta Rasa, Saco e Ponta Rasa, CSA2 e Ponta Rasa.

Para Nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,90547$, $p=,18658$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela All-4: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de Avicennia marina.

| | MS Effect | MS Error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,653276 | 0,192573 | 3,392353 | 0,074214 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela All-5: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{15}\text{N}$ de Avicennia marina.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 764,1228 | 1 | 764,1228 | 609,5413 | 0,000000 |
| "Área" | 152,7553 | 3 | 50,9184 | 40,6177 | 0,000035 |
| Error | 10,0288 | 8 | 1,2536 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tukey Test: Between MS = 1,2536, df = 8,0000

Tabela All-6: Teste Tukey HSD para $\delta^{15}\text{N}$ de Avicennia marina.

| | Área | {1} | {2} | {3} | {4} |
|---|------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA2 | | 0,147064 | 0,000301 | 0,000288 |
| 2 | CSA1 | 0,147064 | | 0,001217 | 0,001025 |
| 3 | Saco | 0,000301 | 0,001217 | | 0,997324 |
| 4 | Rasa | 0,000288 | 0,001025 | 0,997324 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e Saco, CSA1 e Ponta, CSA2 e Saco e, CSA2 e Ponta Rasa.

2. *Cerriops tagal*

Para Carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,97352$, $p=,92305$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela AII-7: Teste Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de Ceriops tagal.

| | MS Effect | MS Error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,012516 | 0,028724 | 0,435719 | 0,665749 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela AII-8: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{13}\text{C}$ de Ceriops tagal.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 5734,286 | 1 | 5734,286 | 30900,39 | 0,000000 |
| "Área" | 1,810 | 2 | 0,905 | 4,88 | 0,055275 |
| Error | 1,113 | 6 | 0,186 | | |

Não existem diferenças significativas entre as áreas ($F = 4.88$, $p > 0.05$, para $\alpha = 0.05$).

Para nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,91951$, $p=,38822$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela AII-9: Teste Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de Ceriops tagal.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,551454 | 0,454766 | 1,212609 | 0,361169 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela AII-10: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{15}\text{N}$ de Ceriops tagal.

| | SS | Degr. of | MS | F | p |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Intercept | 130,2662 | 1 | 130,2662 | 71,12571 | 0,000152 |
| "Área" | 60,4399 | 2 | 30,2199 | 16,50017 | 0,003641 |

| | | | | | |
|-------|---------|---|--------|--|--|
| Error | 10,9890 | 6 | 1,8315 | | |
|-------|---------|---|--------|--|--|

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tukey Test: Error: Between MS = 1,8315, df = 6,0000

Tabela All-11: Teste Tukey HSD para $\delta^{15}\text{N}$ de Ceriops tagal.

| | Área | {1} | {2} | {3} |
|---|------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA1 | | 0,003126 | 0,103198 |
| 2 | Saco | 0,003126 | | 0,040871 |
| 3 | Rasa | 0,103198 | 0,040871 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas Saco e Ponta Rasa e o saco e a CSA1.

3. *Rhizophora mucronata*

Para carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,89457$, $p=,22220$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela All-12: Teste Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de *Rhizophora mucronata*.

| | MS Effect | MS Error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,045385 | 0,037041 | 1,225267 | 0,357933 |

Distribuição Homogênea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela All-13: Teste Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de *Rhizophora mucronata*.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 6078,136 | 1 | 6078,136 | 27596,96 | 0,000000 |
| "Área" | 8,138 | 2 | 4,069 | 18,47 | 0,002727 |
| Error | 1,321 | 6 | 0,220 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tukey HSD: Error: Between MS = ,22025, df = 6,0000

Tabela All-14: Teste Tukey HSD para $\delta^{13}\text{C}$ de *Rhizophora mucronata*.

| | Área | {1} | {2} | {3} |
|---|------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA1 | | 0,997677 | 0,004848 |
| 2 | Saco | 0,997677 | | 0,004565 |
| 3 | Rasa | 0,004848 | 0,004565 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e Ponta Rasa e, entre o Saco e a Ponta Rasa.

Para Nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk W=,81606, p=,03110

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela All-15: Teste Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de *Rhizophora mucronata*.

| | MS Effect | MS Error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,451963 | 0,119638 | 3,777768 | 0,086717 |

Distribuição Homogénea mas, não normal. Fez-se com uma transformação de radiciação ($x' = \sqrt{x+1}$) dos dados e testaram-se os pressupostos de normalidade e homogeneidade novamente:

Normalidade: Shapiro-Wilk W=,85106, p=,07654

Homogeneidade (Teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela All-16: Teste Levene para dados transformados de $\delta^{15}\text{N}$ de *Rhizophora mucronata*.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,004637 | 0,004789 | 0,968275 | 0,432074 |

A Distribuição é, agora, homogênea e normal, podendo-se proceder com teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela All-17: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{15}\text{N}$ de *Rhizophora mucronata*.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 46,47814 | 1 | 46,47814 | 1206,018 | 0,000000 |
| "Area" | 2,89178 | 2 | 1,44589 | 37,518 | 0,000406 |
| Error | 0,23123 | 6 | 0,03854 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tabela All-18: Teste Tukey HSD para $\delta^{15}\text{N}$ de *Rhizophora mucronata*; Error: Between MS = ,03854, df = 6,0000

| | Var2 | {1} | {2} | {3} |
|---|------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA1 | | 0,000633 | 0,001595 |
| 2 | Saco | 0,000633 | | 0,336659 |
| 3 | Rasa | 0,001595 | 0,336659 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e o Saco e a CSA1 e a Ponta Rasa.

4. *Chenolea diffusa*

Para carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,74955$, $p=,00536$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela All-19: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de *Chenolea diffusa*.

| | MS Effect | MS Error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,222073 | 0,029609 | 7,500065 | 0,023323 |

Distribuição não homogênea e não normal, transformação de dados inútil, proceder ao teste não paramétrico Kruskal- Wallis ANOVA:

Tabela A20: Teste Kruskal-Wallis ANOVA, $H(2, N=9) = 5,600000$ $p = ,0608$, para $\delta^{13}\text{C}$ de *Chenolea diffusa*.

| | Code | Valid N | Sum of Ranks |
|------|------|---------|--------------|
| CSA1 | 102 | 3 | 9,00000 |
| Saco | 103 | 3 | 12,00000 |
| Rasa | 104 | 3 | 24,00000 |

Não ocorrem diferenças significativas entre as áreas.

Para nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,91143$, $p = ,32601$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela All-21: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de *Chenolea diffusa*.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 1,273192 | 0,546101 | 2,331424 | 0,178170 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela All-22: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{13}\text{N}$ de *Chenolea diffusa*.

| | SS | Degr. of | MS | F | p |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Intercept | 470,6526 | 1 | 470,6526 | 156,3794 | 0,000016 |
| "Var2" | 33,0338 | 2 | 16,5169 | 5,4879 | 0,044153 |
| Error | 18,0581 | 6 | 3,0097 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tabela All-23: Teste de Tukey HSD para $\delta^{15}\text{N}$ de *Chenolea diffusa*. Error: Between MS = 3,0097, $df = 6,0000$

| | Var2 | {1} | {2} | {3} |
|---|------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA1 | | 0,930323 | 0,082429 |
| 2 | Saco | 0,930323 | | 0,052285 |
| 3 | Rasa | 0,082429 | 0,052285 | |

O teste paramétrico de comparações múltiplas Tukey HSD, não foi sensível o suficiente para demonstrar as diferenças significativas existentes entre as áreas, por isso, compararam-se as áreas duas a duas, em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

Comparação entre Ponta Rasa e Saco

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,86881$, $p=,22149$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela AII-24: Teste de Levene (para 2 amostras) para $\delta^{15}\text{N}$ de *Chenolea diffusa*.

| | Levene | df | p |
|-----------------------|----------|----|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 4,276962 | 4 | 0,107463 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com o teste paramétrico t

Tabela AII-25: Teste t para $\delta^{13}\text{C}$ de *Chenolea diffusa*.

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|-----------------------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 4,538554 | 8,836100 | -3,31711 | 4 | 0,029458 | 3 | 3 |

Ocorrem diferenças significativas ($p<0.05$) entre as áreas do Saco e da Ponta Rasa em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

Comparação entre a área "não limpa" CSA1 e a "limpa" Ponta Rasa

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,89664$, $p=,35445$

Homogeneidade:

Tabela AII-26: Teste de Levene (2 amostras) para $\delta^{15}\text{N}$ de *Chenolea diffusa*.

| | Levene | df | p |
|-----------------------|----------|----|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 4,932674 | 4 | 0,090515 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com o teste paramétrico t:

Tabela All-27: Teste t para $\delta^{15}\text{N}$ de *Chenolea diffusa*.

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|-----------------------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 8,319875 | 4,538554 | 3,163503 | 4 | 0,034069 | 3 | 3 |

Ocorrem diferenças significativas ($p < 0.05$) entre a área "não limpa" CSA1 e a "limpa" Ponta Rasa em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

Comparação entre a área "não limpa" CSA1 e a "limpa" Saco

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,88091$, $p = ,27328$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-28: Teste de Levene (2 amostras) para $\delta^{15}\text{N}$ de *Chenolea diffusa*.

| | Levene | df | p |
|-----------------------|----------|----|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,020030 | 4 | 0,894296 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com o teste paramétrico t:

Tabela All-29: Teste t para $\delta^{15}\text{N}$ de *Chenolea diffusa*.

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|-----------------------|----------|----------|-----------|----|----------|---------|---------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 8,319875 | 8,836100 | -0,302505 | 4 | 0,777345 | 3 | 3 |

Não ocorrem diferenças significativas ($p > 0.05$) entre a área "não limpa" CSA1 e a "limpa" Saco em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

5) *Sesuvium portulacastrum*

Para carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,84539$, $p = ,06628$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela AII-30: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de *Sesuvium portulacastrum*.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,025562 | 0,032707 | 0,781549 | 0,499292 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela AII-31: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{13}\text{C}$ de *Sesuvium portulacastrum*.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 5026,905 | 1 | 5026,905 | 31074,29 | 0,000000 |
| "Área" | 13,753 | 2 | 6,876 | 42,51 | 0,000287 |
| Error | 0,971 | 6 | 0,162 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tabela AII-32: Teste de Tukey HSD para $\delta^{13}\text{C}$ de *Sesuvium portulacastrum*, Error: Between MS = ,16177, df = 6,0000

| | Área | {1} | {2} | {3} |
|---|------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA1 | | 0,346748 | 0,000512 |
| 2 | Saco | 0,346748 | | 0,001130 |
| 3 | Rasa | 0,000512 | 0,001130 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e a Ponta Rasa e a Ponta Rasa e o Saco.

Para nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,92703$, $p=,45360$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela AII-33: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de *Sesuvium portulacastrum*.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,722149 | 0,321682 | 2,244915 | 0,187132 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela AII-34: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{15}\text{N}$ de *Sesuvium portulacastrum*.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 141,3008 | 1 | 141,3008 | 116,5294 | 0,000037 |
| "Área" | 16,5271 | 2 | 8,2635 | 6,8149 | 0,028557 |
| Error | 7,2755 | 6 | 1,2126 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tabela AII-35: Teste de Tukey HSD para $\delta^{15}\text{N}$ de *Sesuvium portulacastrum*, Error: Between MS = 1,2126, df = 6,0000

| | Área | {1} | {2} | {3} |
|---|------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA1 | | 0,991570 | 0,039817 |
| 2 | Saco | 0,991570 | | 0,046303 |
| 3 | Rasa | 0,039817 | 0,046303 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e a Ponta Rasa e a Ponta Rasa e o Saco.

6) *Neosarmatium meinerti*

Para Carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,90421$, $p=,17973$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela AII-36: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de *N.meinerti*.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 1,649002 | 0,484354 | 3,404539 | 0,073661 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela AII-37: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{13}\text{C}$ de N.meinerti.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 5803,680 | 1 | 5803,680 | 2693,673 | 0,000000 |
| "Área" | 43,767 | 3 | 14,589 | 6,771 | 0,013792 |
| Error | 17,236 | 8 | 2,155 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tabela AII-38: Teste de Tukey HSD para $\delta^{13}\text{C}$ de N.meinerti, Error: Between MS = 2,1546, df = 8,0000

| | Área | {1} | {2} | {3} | {4} |
|---|------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA2 | | 0,692195 | 0,339619 | 0,064936 |
| 2 | CSA1 | 0,692195 | | 0,075225 | 0,014107 |
| 3 | Saco | 0,339619 | 0,075225 | | 0,633901 |
| 4 | Rasa | 0,064936 | 0,014107 | 0,633901 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e a Ponta Rasa.

Para nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,87645$, $p=,07895$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela AII-39: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de N.meinerti.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 5,611654 | 0,926067 | 6,059661 | 0,018644 |

Distribuição não homogénea e não normal; fez-se com uma transformação logarítmica ($x' = \ln x$) dos dados e testaram-se os pressupostos de normalidade e homogeneidade novamente:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,89187$, $p=,12457$

Homogeneidade (Teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela All-40: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de N.meinerti.

| | MS | MS | F | p |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,016965 | 0,004411 | 3,846061 | 0,056655 |

A distribuição é, agora, homogénea e normal, podendo-se proceder com teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela All-41: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{15}\text{N}$ de N.meinerti.

| | SS | Degr. of | MS | F | p |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Intercept | 69,44728 | 1 | 69,44728 | 3574,304 | 0,000000 |
| "Var2" | 1,48416 | 3 | 0,49472 | 25,462 | 0,000191 |
| Error | 0,15544 | 8 | 0,01943 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tabela All-42: Teste de Tukey HSD para $\delta^{15}\text{N}$ de N.meinerti, Error: Between MS = ,01943, df = 8,0000

| | Var2 | {1} | {2} | {3} | {4} |
|---|------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA1 | | 0,003098 | 0,000932 | 0,993879 |
| 2 | Saco | 0,003098 | | 0,626790 | 0,002358 |
| 3 | Rasa | 0,000932 | 0,626790 | | 0,000766 |
| 4 | CSA2 | 0,993879 | 0,002358 | 0,000766 | |

Existem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e Saco, CSA1 e Ponta Rasa, CSA2 e o Saco e CSA2 e a Ponta Rasa.

7) *Paraesarma catenata*

Para Carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,81730$, $p=,03212$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela AII-43: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de P.catenata.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,147376 | 0,131025 | 1,124797 | 0,384730 |

Distribuição não homogénea e não normal; transformação dos dados inútil, proceder ao teste não paramétrico Kruskal- Wallis ANOVA:

Tabela AII-44: Teste Kruskal-Wallis ANOVA Univariada: $H(2, N=9) = 5,600000$; $p = 0,0608$; para $\delta^{13}\text{C}$ de P.catenata,

| | Code | Valid N | Sum of ranks |
|------|------|---------|--------------|
| CSA2 | 101 | 3 | 12,00000 |
| CSA1 | 102 | 3 | 24,00000 |
| Saco | 103 | 3 | 9,00000 |

Embora o teste estatístico de comparação de amostras múltiplas ter mostrado não haver diferenças significativas, os dados brutos parecem apresentar uma certa diferença. Resolveu-se então comparar as áreas duas a duas, tendo em conta que aumenta a probabilidade de errar.

Comparação entre CSA1 e CSA2

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = 0,84993$, $p = 0,15721$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela AII-45: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de P.catenata.

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var2 | 2,190035 | 4 | 0,213006 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com teste paramétrico t

Tabela AII-46: Teste t para $\delta^{13}\text{C}$ de P.catenata.

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|--|------|------|---------|----|---|---------|---------|
|--|------|------|---------|----|---|---------|---------|

| | | | | | | | |
|------|----------|----------|----------|---|----------|---|---|
| Var2 | -20,6653 | -15,7783 | -7,31273 | 4 | 0,001860 | 3 | 3 |
|------|----------|----------|----------|---|----------|---|---|

Ocorrem diferenças significativas ($p < 0.05$) entre as áreas CSA1 e CSA2 em termos de $\delta^{13}\text{C}$.

Comparação entre a "não limpa" CSA1 e "limpa" (Saco)

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,81900$, $p = ,08651$

Homogeneidade:

Tabela All-47: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de P.catenata.

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var4 | 0,139313 | 4 | 0,727903 |

Distribuição homogênea e normal, prosseguir com teste paramétrico t

Tabela All-48: Teste t para $\delta^{13}\text{C}$ de P.catenata.

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| Var4 | 14,77349 | 8,516709 | 12,58878 | 4 | 0,000229 | 3 | 3 |

Existem diferenças significativas ($p < 0.05$) entre a área "não limpa" CSA1 e a "limpa" Saco em termos de $\delta^{13}\text{C}$.

Comparação entre área "não limpa" CSA2 e "limpa" Saco

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,94692$, $p = ,71528$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-49: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de P.catenata.

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var3 | 0,699888 | 4 | 0,449889 |

Distribuição homogênea e normal, prosseguir com teste paramétrico t

Tabela All-50: Teste t para $\delta^{13}\text{C}$ de P.catenata.

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| Var3 | -20,6653 | -21,0683 | 0,547706 | 4 | 0,613021 | 3 | 3 |

Não existem diferenças significativas ($p > 0.05$) entre a área "não limpa" CSA2 e a "limpa" Saco em termos de $\delta^{13}\text{C}$.

Para nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,90063$, $p = ,25565$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela All-51: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de P.catenata.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 1,372284 | 0,382700 | 3,585795 | 0,094523 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela All-52: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{15}\text{N}$ de P.catenata.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 1384,672 | 1 | 1384,672 | 740,9568 | 0,000000 |
| "Var2" | 69,080 | 2 | 34,540 | 18,4829 | 0,002723 |
| Error | 11,213 | 6 | 1,869 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tabela All-53: Teste de Tukey HSD para $\delta^{15}\text{N}$ de P.catenata, Error: Between MS = 1,8688, df = 6,0000

| | Área | {1} | {2} | {3} |
|---|------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA2 | | 0,737162 | 0,007020 |
| 2 | CSA1 | 0,737162 | | 0,003470 |
| 3 | Saco | 0,007020 | 0,003470 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e o Saco e entre a CSA2 e o Saco.

8) *Perisesarma gutatum*

Para Carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,84085$, $p=,05903$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela AII-54: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de *P.gutatum*.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,046690 | 0,100270 | 0,465642 | 0,648653 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela AII-55: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{13}\text{C}$ de *P.gutatum*.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 3446,175 | 1 | 3446,175 | 10571,75 | 0,000000 |
| "Área" | 55,539 | 2 | 27,769 | 85,19 | 0,000039 |
| Error | 1,956 | 6 | 0,326 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tabela AII-56: Teste de Tukey HSD para $\delta^{13}\text{C}$ de *P.gutatum*, Error: Between MS = ,32598, df = 6,0000

| | Área | {1} | {2} | {3} |
|---|------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA2 | | 0,087099 | 0,000244 |
| 2 | CSA1 | 0,087099 | | 0,000367 |
| 3 | Saco | 0,000244 | 0,000367 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e o Saco e entre a CSA2 e o Saco.

Para nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,83666$, $p=,05302$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 6

Tabela AII-57: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de *P.gutatum*.

| | MS | MS | F | p |
|------|----------|----------|----------|----------|
| Var5 | 0,256455 | 0,046712 | 5,490118 | 0,044119 |

Distribuição não homogénea e normal; transformação de dados inútil; Prosseguir com teste não paramétrico Kruskal-Wallis ANOVA:

Tabela AII-58: Teste Kruskal-Wallis ANOVA Univariada: $H(2, N= 9) = 7,200000$ $p = ,0273$; para $\delta^{15}\text{N}$ de *P.gutatum*.

| | Code | Valid | Sum of |
|------|------|-------|----------|
| CSA1 | 101 | 3 | 15,00000 |
| Saco | 102 | 3 | 6,00000 |
| CSA2 | 104 | 3 | 24,00000 |

Existem diferenças significativas entre as áreas, segue-se o teste de comparações múltiplas (*Post-hoc*) para se descobrir que áreas apresentam diferença significativas entre si:

Tabela AII-59: Teste Post-hoc de Kruskal-Wallis para $\delta^{15}\text{N}$ de *P.gutatum*; $\alpha = 0.05$; $Z_{\text{valor.critico}} = 2.394$; valor critico para comparação = 5.3531.

| área | Mean | CSA1 | CSA2 |
|------|--------|--------|---------|
| CSA1 | 5.0000 | | |
| CSA2 | 8.0000 | 3.0000 | |
| Saco | 2.0000 | 3.0000 | 6.0000* |

Existem diferenças significativas entre as áreas CSA2 e o Saco.

9) *Liza richardsonii*

Para carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,95241$, $p=,46401$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 15

Tabela AII-60: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de *L.richardsonii*.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,023143 | 0,242054 | 0,095612 | 0,909366 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela AII-60: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{13}\text{C}$ de *L.richardsonii*.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 4277,567 | 1 | 4277,567 | 9328,981 | 0,000000 |
| "Área" | 31,816 | 2 | 15,908 | 34,694 | 0,000002 |
| Error | 6,878 | 15 | 0,459 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tabela AII-61: Teste Tukey HSD para $\delta^{13}\text{C}$ de *L.richardsonii*, Error: Between MS = ,45852, df = 15,000

| | Var2 | {1} | {2} | {3} |
|---|------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA2 | | 0,000928 | 0,001437 |
| 2 | CSA1 | 0,000928 | | 0,000178 |
| 3 | Rasa | 0,001437 | 0,000178 | |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e CSA2, entre a CSA1 e a Ponta Rasa e CSA2 e a Ponta Rasa.

Para nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,84249$, $p=,00646$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 2, 15

Tabela All-62: Teste Tukey HSD para $\delta^{15}\text{N}$ de *L.richardsonii*.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 4,082182 | 0,672610 | 6,069171 | 0,011717 |

Distribuição não homogénea e normal; transformação de dados inútil; Prosseguir com teste não paramétrico Kruskal-Wallis ANOVA:

Tabela All-63: Teste Kruskal-Wallis ANOVA Univariada: $H(2, N=18) = 10,49812$ $p = ,0053$; para $\delta^{15}\text{N}$ de *L.richardsonii*.

| | Code | Valid N | Sum of Ranks |
|------|------|---------|--------------|
| CSA2 | 101 | 7 | 96,00000 |
| CSA1 | 102 | 8 | 69,00000 |
| Rasa | 104 | 3 | 6,00000 |

Existem diferenças significativas entre as áreas, segue-se o teste de comparações múltiplas (*Post-hoc*) para se descobrir que áreas apresentam diferença significativas entre si:

Tabela All-64: Teste Post-hoc de Kruskal-Wallis Univariada para $\delta^{15}\text{N}$ de *L.richardsonii*; $\alpha = 0.05$; Critical $Z_{\text{value}} = 2.394$

| Area | Mean | CSA1 | CSA2 |
|------|--------|-------|---------|
| CSA1 | 8.6250 | | |
| CSA2 | 13.714 | 5.089 | |
| Rasa | 2.0000 | 6.625 | 11.714* |

Ocorrem diferenças significativas entre as áreas CSA2 e Ponta Rasa.

10) *Cerithidea decollata*

Para Carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,86750$, $p=,06075$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela All-65: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de C.decollata

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,207523 | 0,150397 | 1,379839 | 0,317235 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

Tabela All-66: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{13}\text{C}$ de C.decollata

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 4395,080 | 1 | 4395,080 | 6997,222 | 0,000000 |
| "Var2" | 125,675 | 3 | 41,892 | 66,694 | 0,000005 |
| Error | 5,025 | 8 | 0,628 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tabela All-67: Teste Tukey HSD para $\delta^{13}\text{C}$ de C.decollata; Error: Between MS = ,62812, df = 8,0000

| | Var2 | {1} | {2} | {3} | {4} |
|---|------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA2 | | 0,599078 | 0,003673 | 0,000231 |
| 2 | CSA1 | 0,599078 | | 0,018115 | 0,000234 |
| 3 | Saco | 0,003673 | 0,018115 | | 0,000475 |
| 4 | Rasa | 0,000231 | 0,000234 | 0,000475 | |

Ocorrem diferenças significativas entre CSA1 e Saco, CSA1 e Ponta rasa, entre CSA2 e Saco, CSA2 e Ponta Rasa, e entre o Saco e a Ponta Rasa

Para Nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk W=,77064, p=,00443

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela All-68: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata

| | MS effect | MS error | F | p |
|--|-----------|----------|---|---|
|--|-----------|----------|---|---|

| | | | | |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,284492 | 0,227415 | 1,250983 | 0,354081 |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|

Distribuição homogénea e não normal, transformações inúteis; proceder ao teste não paramétrico Kruskal- Wallis ANOVA:

Kruskal- Wallis ANOVA: $H(3, N= 12) = 8,538462$ $p = ,0361$

Tabela All-69: Teste Kruskal-Wallis ANOVA Univariada para $\delta^{15}\text{N}$ de *C.decollata*

| | Code | Valid N | Sum of Ranks |
|------|------|---------|--------------|
| CSA2 | 101 | 3 | 30,00000 |
| CSA1 | 102 | 3 | 27,00000 |
| Saco | 103 | 3 | 9,00000 |
| Rasa | 104 | 3 | 12,00000 |

Existem diferenças significativas entre as áreas, segue-se o teste de comparações múltiplas (*Post-hoc*) para se descobrir que áreas apresentam diferença significativas entre si:

Post-hoc de Kruskal-Wallis

Tabela All-70: Teste *Post-hoc* de Kruskal-Wallis ANOVA para $\delta^{15}\text{N}$ de *C.decollata*; $\alpha = 0.05$; Critical Z Value = 2.638; Valor crítico para comparação = 7.7668

| Area | Mean | CSA1 | CSA2 | Rasa |
|------|--------|-------|-------|-------|
| CSA1 | 9.0000 | | | |
| CSA2 | 10.000 | 1.000 | | |
| Rasa | 4.0000 | 5.000 | 6.000 | |
| Saco | 3.0000 | 6.000 | 7.000 | 1.000 |

O teste estatístico de comparações múltiplas não é sensível o suficiente para apresentar as diferenças significativas entre as áreas, como os dados brutos parecem apresentar uma certa diferença, resolveu-se comparar as áreas duas a duas, tendo em conta que este processo aumenta a probabilidade de errar.

Comparação entre CSA1 e CSA2

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,94480$, $p = ,69804$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-71: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Levene | df | p |
|-----------------------|----------|----|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,395354 | 4 | 0,563618 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com teste paramétrico t

Tabela All-72: Teste t para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|-----------------------|----------|----------|-----------|----|----------|---------|---------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 13,52267 | 13,96600 | -0,454122 | 4 | 0,673291 | 3 | 3 |

Não ocorrem diferenças significativas ($p > 0.05$) entre as áreas CSA1 e CSA2 em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

Comparação entre Saco e Ponta Rasa

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,92797$, $p = ,56455$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-73: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Levene | df | p |
|-----------------------|----------|----|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,994506 | 4 | 0,375084 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com teste paramétrico t

Tabela All-74: Teste t para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|-----------------------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 3,962333 | 3,814333 | 0,367712 | 4 | 0,731718 | 3 | 3 |

Não ocorrem diferenças significativas ($p > 0.05$) entre as áreas do Saco e da Ponta Rasa em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

Comparação entre CSA1 e Saco

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,79301$, $p=,05080$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-75: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var4 | 0,330973 | 4 | 0,595900 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com teste paramétrico t

Tabela All-76: Teste t para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| Var4 | 13,52267 | 3,814333 | 14,68615 | 4 | 0,000125 | 3 | 3 |

Ocorrem diferenças significativas ($p<0.05$) entre as áreas CSA1 e do Saco em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

Comparação entre CSA1 e Ponta Rasa

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,77389$, $p=,03379$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-77: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var4 | 1,393774 | 4 | 0,303176 |

Distribuição homogénea e não normal, prosseguir com teste não paramétrico U de Mann-Whitney:

Tabela All-78: Teste U de Mann-Whitney para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Rank Sum | Rank Sum | U | Z | p-level | Z | p-level | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Var4 | 15,00000 | 6,000000 | 0,00 | 1,963961 | 0,049535 | 1,963961 | 0,049535 | 3 | 3 |

Ocorrem diferenças significativas ($p<0.05$) entre as áreas CSA1 e a Ponta Rasa em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

Comparação entre CSA2 e Saco

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,79466$, $p=,05259$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-79: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var4 | 3,004302 | 4 | 0,158073 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com teste paramétrico t

Tabela All-80: Teste t para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| Var4 | 13,96600 | 3,962333 | 12,14860 | 4 | 0,000263 | 3 | 3 |

Ocorrem diferenças significativas ($p<0.05$) entre as áreas CSA2 e do Saco em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

Comparação entre CSA2 e Ponta Rasa

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,81300$, $p=,07669$

Homogeneidade:

Tabela All-81: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var4 | 1,481554 | 4 | 0,290430 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com teste paramétrico t:

Tabela All-82: Teste t para $\delta^{15}\text{N}$ de C.decollata;

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| Var4 | 13,96600 | 3,814333 | 11,61864 | 4 | 0,000314 | 3 | 3 |

Ocorrem diferenças significativas ($p<0.05$) entre as áreas CSA2 e a Ponta Rasa em termos de $\delta^{15}\text{N}$.

11) *Littoraria scabra*

Para carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,92883$, $p=,36786$

Homogeneidade: Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela All-83: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de *L.scabra*.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,327004 | 0,123344 | 2,651145 | 0,120153 |

Distribuição Homogênea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

ANOVA Univariada

Tabela All-84: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{13}\text{C}$ de *L.scabra*.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 6175,651 | 1 | 6175,651 | 7496,437 | 0,000000 |
| "Var2" | 4,869 | 3 | 1,623 | 1,970 | 0,197115 |
| Error | 6,590 | 8 | 0,824 | | |

Não ocorrem diferenças significativas entre as áreas.

Para nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,84582$, $p=,03261$

Homogeneidade: Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela All-85: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de *L.scabra*.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,263344 | 0,141407 | 1,862312 | 0,214292 |

Distribuição homogénea e não normal, transformações inúteis; proceder ao teste não paramétrico Kruskal- Wallis ANOVA:

Tabela All-86: Teste Kruskal-Wallis ANOVA Univariada H (3, N= 12) = 9,666667; p = ,0216, para $\delta^{15}\text{N}$ de L.scabra.

| | Code | Valid N | Sum of Ranks |
|------|------|---------|--------------|
| CSA2 | 101 | 3 | 33,00000 |
| CSA1 | 102 | 3 | 24,00000 |
| Saco | 103 | 3 | 8,00000 |
| Rasa | 104 | 3 | 13,00000 |

Existem diferenças significativas entre as áreas, segue-se o teste de comparações múltiplas (*Post-hoc*) para se descobrir que áreas apresentam diferença significativas entre si:

Tabela All-87: Teste de Post hoc de Kruskal-Wallis ANOVA $\delta^{15}\text{N}$ de L.scabra; $\alpha = 0.05$; $Z_{\text{valor.critico}} = 2.638$; Valor critico para comparação = 7.7668.

| Area | Mean | CSA1 | CSA2 | Rasa |
|------|--------|-------|--------|-------|
| CSA1 | 8.0000 | | | |
| CSA2 | 11.000 | 3.000 | | |
| Rasa | 4.3333 | 3.667 | 6.667 | |
| Saco | 2.6667 | 5.333 | 8.333* | 1.667 |

Existem diferenças significativas entre as áreas CSA2 e o Saco.

12) Sedimento

Para Carbono:

Normalidade: Shapiro-Wilk W=,82554, p=,01856

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela All-88: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{13}\text{C}$ | 0,677322 | 0,106400 | 6,365785 | 0,016332 |

Distribuição não homogénea e não normal, transformações de dados inúteis, proceder ao teste não paramétrico Kruskal- Wallis ANOVA:

Tabela All-89: Teste de Kruskal- Wallis ANOVA: $H(3, N=12) = 8,948718$
 $p=0,0300$, para $\delta^{13}C$ de sedimento.

| | Code | Valid N | Sum of Ranks |
|------|------|---------|--------------|
| CSA2 | 101 | 3 | 28,00000 |
| CSA1 | 102 | 3 | 29,00000 |
| Saco | 103 | 3 | 14,00000 |
| Rasa | 104 | 3 | 7,00000 |

Existem diferenças significativas entre as áreas, segue-se o teste de comparações múltiplas (*Post-hoc*) para se descobrir que áreas apresentam diferença significativas entre si:

Tabela All-90: Teste de Post hoc de Kruskal-Wallis ANOVA $\delta^{15}N$ de *L.scabra*; $\alpha = 0.05$; $Z_{\text{valor.critico}} = 2.638$; Valor critico para comparação = 7.7668.

| Area | Mean | CSA1 | CSA2 | Rasa |
|------|--------|--------|--------|--------|
| CSA1 | 9.6667 | | | |
| CSA2 | 9.3333 | 0.3333 | | |
| Rasa | 2.3333 | 7.3333 | 7.0000 | |
| Saco | 4.6667 | 5.0000 | 4.6667 | 2.3333 |

O teste estatístico de comparações múltiplas não é sensível o suficiente para apresentar as diferenças significativas entre as áreas, como os dados brutos parecem apresentar uma certa diferença, resolveu-se comparar as áreas duas a duas, tendo em conta que este processo aumenta a probabilidade de errar.

Comparação entre CSA1 e CSA2

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,91989$, $p=,50456$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-91: Teste de Levene para $\delta^{13}C$ de sedimento.

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var4 | 0,065778 | 4 | 0,810238 |

Distribuição homogénea e normal prosseguir com o teste paramétrico t:

Tabela AII-92: Teste t para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| Var4 | -20,4450 | -20,5687 | 0,272772 | 4 | 0,798531 | 3 | 3 |

Não Ocorrem diferenças significativas ($p > 0.05$) entre as áreas CSA1 e CSA2 em termos de $\delta^{13}\text{C}$.

Comparação entre Ponta Rasa e Saco

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,72098$, $p = ,01021$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela AII-93: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Levene | df | p |
|-----|----------|----|----------|
| 13C | 11,74614 | 4 | 0,026602 |

Distribuição não homogénea e não normal prosseguir com teste não paramétrico teste U de Mann – Whitney:

Tabela AII-94: Teste U de Mann-Whitney para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Rank Sum Rasa | Rank Sum Saco | U | Z | p-level | Z adjusted | p-level Adjusted | Valid N Rasa | Valid N Saco |
|-----|------------------|------------------|----------|----------|----------|------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| 13C | 7,000000 | 14,00000 | 1,000000 | -1,52753 | 0,126631 | -1,52753 | 0,126631 | 3 | 3 |

Não existem diferenças significativas ($p > 0.05$) entre as áreas do Saco e da Ponta Rasa em termos de $\delta^{13}\text{C}$.

Comparação entre a área “não limpa” CSA1 e a “limpa” Ponta Rasa

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,79160$, $p = ,04932$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-95: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var4 | 1,474150 | 4 | 0,291471 |

Distribuição homogénea e não normal \rightarrow teste não paramétrico teste U de Mann-Whitney:

Tabela All-96: Teste U de Mann-Whitney para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Rank Sum | Rank Sum | U | Z | p-level | Z | p-level | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Var4 | 15,00000 | 6,000000 | 0,00 | 1,963961 | 0,049535 | 1,963961 | 0,049535 | 3 | 3 |

Existem diferenças significativas ($p < 0.05$) entre a área CSA1 e da Ponta Rasa em termos de $\delta^{13}\text{C}$.

Comparação entre a área "não limpa" CSA1 e a "limpa" Saco

Normalidade: Shapiro-Wilk $W = ,88665$, $p = ,30099$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-97: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var4 | 6,063079 | 4 | 0,069517 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com o teste paramétrico t:

Tabela All-98: Teste t para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| Var4 | -20,4450 | -22,8180 | 2,405048 | 4 | 0,073951 | 3 | 3 |

Não existem diferenças significativas ($p > 0.05$) entre a área CSA1 e a do Saco em termos de $\delta^{13}\text{C}$.

Comparação entre a área "não limpa" CSA2 e a "limpa" Ponta Rasa

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,78603$, $p=,04384$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-99: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var4 | 4,090508 | 4 | 0,113175 |

Distribuição homogénea e não normal, prosseguir com o teste não paramétrico teste U de Mann-Whitney:

Tabela All-100: Teste U de Mann-Whitney para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Rank Sum | Rank Sum | U | Z | p-level | Z | p-level | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Var4 | 15,00000 | 6,000000 | 0,00 | 1,963961 | 0,049535 | 1,963961 | 0,049535 | 3 | 3 |

Existem diferenças significativas ($p>0.05$) entre a área CSA2 e da Ponta Rasa em termos de $\delta^{13}\text{C}$.

Comparação entre a área "não limpa" CSA2 e a "limpa" Saco

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,86430$, $p=,20442$

Homogeneidade (teste de Levene):

Tabela All-101: Teste de Levene para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Levene | df | p |
|------|----------|----|----------|
| Var4 | 5,966912 | 4 | 0,070999 |

Distribuição homogénea e normal, prosseguir com teste paramétrico t

Tabela All-102: Teste t para $\delta^{13}\text{C}$ de sedimento.

| | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N |
|------|----------|----------|----------|----|----------|---------|---------|
| Var4 | -20,5687 | -22,8180 | 2,269988 | 4 | 0,085729 | 3 | 3 |

Não existem diferenças significativas ($p>0.05$) entre a área CSA2 e a do Saco em termos de $\delta^{13}\text{C}$.

Para nitrogénio:

Normalidade: Shapiro-Wilk $W=,94365$, $p=,54678$

Homogeneidade (teste de Levene): Degrees of freedom for all F's: 3, 8

Tabela AII-103: Teste de Levene para $\delta^{15}\text{N}$ de sedimento.

| | MS effect | MS error | F | p |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| $\delta^{15}\text{N}$ | 0,698401 | 0,455617 | 1,532866 | 0,279198 |

Distribuição Homogénea e normal, proceder ao teste paramétrico ANOVA Univariada:

ANOVA Univariada

Tabela AII-104: Teste ANOVA Univariada para $\delta^{15}\text{N}$ de sedimento.

| | SS | Degr. Of freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 1079,865 | 1 | 1079,865 | 355,4583 | 0,000000 |
| "Área" | 111,529 | 3 | 37,176 | 12,2373 | 0,002334 |
| Error | 24,304 | 8 | 3,038 | | |

Existem diferenças significativas entre as áreas, prosseguir com teste de Tukey HSD, para saber em que área reside a diferença significativa:

Tukey HSD: Error: Between MS = 3,0380, $df = 8,0000$

Tabela AII-105: Teste Tukey HSD para $\delta^{15}\text{N}$ de sedimento.

| | Área | {1} | {2} | {3} | {4} |
|---|------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | CSA2 | | 0,996394 | 0,026600 | 0,007820 |
| 2 | CSA1 | 0,996394 | | 0,019950 | 0,006024 |
| 3 | Saco | 0,026600 | 0,019950 | | 0,789132 |
| 4 | Rasa | 0,007820 | 0,006024 | 0,789132 | |

Existem diferenças significativas entre as áreas CSA1 e Saco, CSA1 e Ponta Rasa, CSA2 e Saco e CSA2 e Ponta Rasa.

Tabela AII-106: Comparação estatística dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ entre as 4 áreas para as diferentes espécies comuns. Testes estatísticos usados: ^a Teste ANOVA Univariada, ^b ANOVA Kruskal-Wallis. *p* significativo para $p < 0.05$; S-significativo; NS-não significativo. *Teste estatístico não apresentou diferenças, sendo *p* baixo, compararam-se as áreas duas a duas; ***Post-hoc* não detectou as diferenças, compararam-se as áreas duas a duas.

| Espécies | Áreas | | | | <i>p</i> | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|--------------|-----|
| | CSA1 | CSA2 | Saco | P.Rasa | | | |
| $\delta^{13}\text{C}$ | | | | | | | |
| <i>A. marina</i> | -27,64 | -27,30 | -27,52 | -24,87 | 0,0040 | ^a | S |
| <i>C. tagal</i> | -24,74 | - | -25,15 | -25,83 | 0,0553 | ^a | NS |
| <i>R. mucronata</i> | -26,65 | - | -26,67 | -24,64 | 0,0027 | ^a | S |
| <i>C. diffusa</i> | -27,45 | - | -27,44 | -26,14 | 0,0608 | ^b | NS |
| <i>S. Portulacastrum</i> | -24,75 | - | -24,25 | -21,91 | 0,0003 | ^a | S |
| <i>N. meinerti</i> | -19,55 | -20,88 | -23,04 | -24,50 | 0,0138 | ^a | S |
| <i>P. catenata</i> | -15,78 | -20,67 | -21,07 | - | 0,0608 | ^b | NS* |
| <i>P. gutatum</i> | -18,46 | -17,24 | -23,01 | - | 0,0000 | ^a | S |
| <i>L. richardsonii</i> | -15,12 | -16,76 | - | -18,83 | 0,0000 | ^a | S |
| <i>C. decollata</i> | -16,84 | -16,01 | -19,39 | -24,31 | 0,0000 | ^a | S |
| <i>L. scabra</i> | -22,40 | -21,89 | -23,63 | -22,82 | 0,1971 | ^a | NS |
| Sedimento | -20,54 | -20,57 | -22,82 | -24,90 | 0,0300 | ^b | S** |
| $\delta^{15}\text{N}$ | | | | | | | |
| <i>A. marina</i> | 10,35 | 12,57 | 4,59 | 4,41 | 0,0000 | ^a | S |
| <i>C. tagal</i> | 6,83 | - | 0,50 | 4,08 | 0,0036 | ^a | S |
| <i>R. mucronata</i> | 8,41 | - | 2,09 | 3,03 | 0,0004 | ^a | S |
| <i>C. diffusa</i> | 8,32 | - | 8,84 | 4,54 | 0,0442 | ^a | S** |
| <i>S. Portulacastrum</i> | 4,98 | - | 4,86 | 2,05 | 0,0286 | ^a | S |
| <i>N. meinerti</i> | 15,48 | 16,28 | 8,40 | 7,33 | 0,0002 | ^a | S |
| <i>P. catenata</i> | 14,77 | 13,92 | 8,52 | - | 0,0027 | ^a | S |
| <i>P. gutatum</i> | 14,30 | 16,85 | 8,43 | - | 0,0273 | ^b | S |
| <i>L. richardsonii</i> | 17,04 | 19,37 | - | 9,59 | 0,0053 | ^b | S |
| <i>C. decollata</i> | 13,52 | 13,97 | 3,81 | 3,96 | 0,0361 | ^b | S** |
| <i>L. scabra</i> | 7,82 | 9,70 | 0,47 | 1,71 | 0,0216 | ^b | S |
| Sedimento | 15,86 | 12,35 | 7,14 | 5,81 | 0,0023 | ^a | S |
| TOC/TN | | | | | | | |
| Sedimento | 10,4188 | 7,07124 | 5,49628 | 9,26438 | 0,0020 | ^a | S |

ANEXO III – DADOS GERAIS DO IRMS CORRIGIDOS

| id1 | 1ª Análise cup 1 (vazio) | id2 | control | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d13C final |
|-----|-----------------------------|-----|----------|-------|---------|---------|----------|--------|----------|------------|------------|------------|
| | | | | | | | | | | corrected | d15N final | |
| | | | | 215,4 | 0,108 | -10,537 | | | 11/08/05 | | | |
| | | | standard | 208,1 | 23,715 | 0,188 | | | 11/08/05 | | | |
| | | | standard | 208,2 | 23,593 | 0,147 | | | 11/08/05 | | | |
| | | | standard | 207,7 | 34,015 | 0,25 | | | 11/08/05 | | | |
| | | | standard | 206,8 | 31,385 | 0,289 | | | 11/08/05 | | | |
| | | | standard | 207,3 | 28,464 | 0,275 | | | 11/08/05 | | | |
| | | | | avg | | 0,23 | | | | | | |
| | | | | stdev | | 0,05 | | | | | | |
| | | | | ref | | 0,42 | | | | | | |
| | | | | diff | | 0,19 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | standard | 208,9 | 0,45 | 0,882 | | 20,201 | -9,937 | 11/08/05 | | |
| | | | standard | 214,6 | 0,121 | 1,617 | | 32,045 | -10,254 | 11/08/05 | | |
| | | | standard | 212,9 | 0,183 | | | 21,796 | -10,159 | 11/08/05 | | |
| | | | standard | 212,8 | 0,115 | -0,935 | | 22,109 | -10,242 | 11/08/05 | | |
| | | | standard | 211,4 | 0,178 | -1,51 | | 18,509 | -10,254 | 11/08/05 | | |
| | | | | avg | 0,15 | 0,01 | | | -10,17 | | | |
| | | | | stdev | 0,03 | 1,28 | | | 0,12 | | | |
| | | | | | | | | | -10,4 | | | |
| | | | | | | | | | -0,23 | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | CSA2 | 209,8 | 3,523 | 12,621 | | 16,566 | -26,871 | 11/09/05 | 13,37 | -27,10 |
| | | | CSA2 | 209,1 | 4,658 | 11,809 | | 15,182 | -26,63 | 11/09/05 | 12,39 | -26,86 |
| | | | CSA2 | 209,7 | 3,331 | 11,242 | | 15,207 | -27,701 | 11/09/05 | 11,96 | -27,93 |
| | | | | | | | | | | | 12,57 | -27,30 |
| | | | | | | | | | | | 0,72 | 0,56 |
| | | | | | | | | | | | avg | |
| | | | | | | | | | | | stdev | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | CSA2 | 209,4 | 33,871 | 20,463 | | 20,66 | -18,12 | 11/09/05 | 20,74 | -18,35 |
| | | | CSA2 | 208,2 | 41,946 | 19,103 | | 26,121 | -16,114 | 11/09/05 | 19,36 | -16,34 |
| | | | CSA2 | 208,5 | 40,344 | 19,131 | | 26,973 | -16,387 | 11/09/05 | 19,39 | -16,62 |
| | | | | | | | | | | | 19,83 | -17,10 |
| | | | | | | | | | | | 0,79 | 1,09 |
| | | | | | | | | | | | avg | |
| | | | | | | | | | | | stdev | |

ANEXO III

Trabalho de Licenciatura

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | d15N blank | | date | d15N final | d13C final |
|------------------|------|-------|---------|--------|----------|------|------------|-------------|----------|------------|------------|
| | | | | | | | corrected | | | | |
| A.marina 1 | CSA1 | 207,5 | 6,085 | 9,875 | 24,54 | | -27,215 | 10,12296005 | 11/08/05 | 10,31 | -27,45 |
| A.marina 2 | CSA1 | 208,6 | 4,813 | 9,364 | 19,026 | | -27,031 | 9,663236049 | 11/08/05 | 9,85 | -27,26 |
| A.marina 3 | CSA1 | 208,9 | 7,634 | 10,472 | 32,415 | | -27,969 | 10,6805482 | 11/08/05 | 10,87 | -28,20 |
| | | | | | | | | avg | | 10,35 | -27,64 |
| | | | | | | | | stdev | | 0,51 | 0,50 |
| Bruguiera 1 | CSA1 | 208,3 | 4,248 | 8,376 | 37,648 | | -27,213 | 8,680508234 | 11/08/05 | 8,87 | -27,44 |
| Bruguiera 2 | CSA1 | 208,1 | 3,323 | 5,679 | 33,365 | | -33,485 | 5,945428003 | 11/09/05 | 6,14 | -33,72 |
| Bruguiera 3 | CSA1 | 209,4 | 2,583 | 6,31 | 25,705 | | -27,003 | 6,69613359 | 11/09/05 | 6,89 | -27,23 |
| | | | | | | | | avg | | 7,30 | -29,46 |
| | | | | | | | | stdev | | 1,41 | 3,68 |
| Cerriops 2 | CSA1 | 207,5 | 4,161 | 5,968 | 35,59 | | -24,783 | 6,189526547 | 11/08/05 | 6,38 | -25,01 |
| Cerriops 3 | CSA1 | 208,4 | 3,274 | 6,202 | 30,736 | | -24,646 | 6,497586407 | 11/08/05 | 6,69 | -24,88 |
| Cerriops 1 | CSA1 | 208,2 | 5,02 | 7,025 | 38,467 | | -24,107 | 7,239847072 | 11/08/05 | 7,43 | -24,34 |
| | | | | | | | | avg | | 6,83 | -24,74 |
| | | | | | | | | stdev | | 0,54 | 0,36 |
| Chenolea 2 | CSA1 | 210 | 4,157 | 6,278 | 12,159 | | -27,265 | 6,511292153 | 11/08/05 | 6,70 | -27,50 |
| Chenolea 3 | CSA1 | 208,5 | 7,522 | 10,158 | 28,986 | | -27,179 | 10,36335982 | 11/08/05 | 10,55 | -27,41 |
| Chenolea 1 | CSA1 | 208,8 | 5,943 | 7,326 | 18,841 | | -27,204 | 7,514373786 | 11/08/05 | 7,70 | -27,43 |
| | | | | | | | | avg | | 8,32 | -27,45 |
| | | | | | | | | stdev | | 2,00 | 0,04 |
| L.richardsonii 1 | CSA1 | 206,9 | 62,37 | 14,239 | 34,906 | | -13,475 | 14,27312296 | 11/08/05 | 14,46 | -13,71 |
| L.richardsonii 2 | CSA1 | 207 | 43,782 | 19,543 | 29,878 | | -14,709 | 19,60980253 | 11/08/05 | 19,80 | -14,94 |
| L.richardsonii 3 | CSA1 | 208,1 | 30,029 | 18,939 | 20,91 | | -14,879 | 19,03353328 | 11/08/05 | 19,22 | -15,11 |
| L.richardsonii 4 | CSA1 | 207,1 | 37,043 | 18,754 | 24,324 | | -14,958 | 18,82981283 | 11/08/05 | 19,02 | -15,19 |
| L.richardsonii 5 | CSA1 | 208,3 | 45,517 | 17,489 | 27,076 | | -14,628 | 17,54649058 | 11/08/05 | 17,74 | -14,86 |
| L.richardsonii 6 | CSA1 | 208,4 | 32,574 | 17,036 | 22,296 | | -15,08 | 17,11435398 | 11/08/05 | 17,30 | -15,31 |
| L.richardsonii 7 | CSA1 | 209,5 | 29,39 | 13,764 | 19,279 | | -16,45 | 13,834185 | 11/08/05 | 14,02 | -16,68 |
| | | | | | | | | avg | | 17,37 | -15,11 |
| | | | | | | | | stdev | | 2,30 | 0,87 |

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d13C final |
|-----------------|----------|-------|---------|----------|----------|------|---------|-------------|------------|------------|
| | | | | | | | | corrected | d15N final | |
| N.meinerti 1 | CSA1 | 209,3 | 27,234 | 14,928 | 15,605 | | -20,225 | 15,01018607 | 15,20 | -20,46 |
| N.meinerti 3 | CSA1 | 208,4 | 23,269 | 15,344 | 13,817 | | -20,017 | 15,44296634 | 15,63 | -20,25 |
| P.gutatum 1 | CSA1 | 207,9 | 61,578 | 13,299 | 37,085 | | -18,182 | 13,33127904 | 13,52 | -18,41 |
| P.gutatum 2 | CSA1 | 207,3 | 61,624 | 14,461 | 35,796 | | -17,692 | 14,49607602 | 14,69 | -17,92 |
| P.gutatum 3 | CSA1 | 207,9 | 39,196 | 14,435 | 29,014 | | -18,812 | 14,49012389 | 14,68 | -19,04 |
| | | | | | | | | avg | 14,30 | -18,46 |
| | | | | | | | | stdev | 0,67 | 0,56 |
| Rhizophora 1 | CSA1 | 208,9 | 2,876 | 8,444 | 20,66 | | -26,135 | 8,905447557 | 9,10 | -26,37 |
| Rhizophora 2 | CSA1 | 209,6 | 2,595 | 6,167 | 22,158 | | -26,77 | 6,542512573 | 6,73 | -27,00 |
| Rhizophora 3 | CSA1 | 209,7 | 2,624 | 8,691 | 18,272 | | -26,344 | 9,214332407 | 9,40 | -26,57 |
| | | | | | | | | avg | 8,41 | -26,65 |
| | | | | | | | | stdev | 1,46 | 0,32 |
| T.jarbua 1 | CSA2 | 207,5 | 43,846 | 23,697 | 28,805 | | -19,19 | 23,77789303 | 23,97 | -19,42 |
| T.jarbua 2 | CSA2 | 208,7 | 49,097 | 23,092 | 31,373 | | -18,384 | 23,16237026 | 23,35 | -18,61 |
| U.annulipes | CSA1 | 208 | 20,723 | 16,732 | 13,541 | | -13,058 | 16,85328251 | 17,04 | -13,29 |
| Análise de MOPS | | | | | | | | | | |
| nitrogen 1 | standard | 208,1 | 23,715 | 0,188 | | | | | | 11/08/05 |
| nitrogen 2 | standard | 208,2 | 23,593 | 0,147 | | | | | | 11/08/05 |
| nitrogen 3 | standard | 207,7 | 34,015 | 0,25 | | | | | | 11/08/05 |
| nitrogen 4 | standard | 206,8 | 31,385 | 0,289 | | | | | | 11/08/05 |
| nitrogen 5 | standard | 207,3 | 28,464 | 0,275 | | | | | | 11/08/05 |
| | | | avg | 0,2298 | | | | | | |
| | | | stdev | 0,053961 | | | | | | |
| | | | ref | 0,42 | | | | | | |
| | | | diff | 0,1902 | | | | | | |
| sucrose 1 | standard | 208,9 | 0,45 | 0,882 | 20,201 | | -9,937 | | | 11/08/05 |
| Sucrose 2 | standard | 214,6 | 0,121 | 1,617 | 32,045 | | -10,254 | | | 11/08/05 |

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | |
|-------------------|----------|-------|----------|----------|-----------|------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | corrected | d15N final |
| sucrose 3 | standard | 212,9 | 0,183 | | 21,796 | | -10,159 | | d13C final |
| sucrose 4 | standard | 212,8 | 0,115 | -0,935 | 22,109 | | -10,242 | | |
| sucrose 5 | standard | 211,4 | 0,178 | -1,51 | 18,509 | | -10,254 | | |
| | avg | | 0,14925 | 0,0135 | | | -10,1692 | | |
| | stdev | | 0,031372 | 1,279278 | | | 0,121410708 | | |
| | | | | ref | | | -10,4 | | |
| | | | | diff | | | -0,2308 | | |
| Filtro CSA1 1 | CSA1 | 208,7 | 2,943 | 6,542 | 3,235 | | -18,359 | 6,89 | 7,1 |
| Filtro CSA2 2 | CSA2 | 209,8 | 5,899 | 12,488 | 7,745 | | -21,726 | 12,81 | 13,0 |
| Filtro Saco 1 | Saco | 208,7 | 3,11 | 3,842 | 7,341 | | -25,008 | 4,03 | 4,2 |
| Filtro Saco 2 | Saco | 209,3 | 2,674 | 3,55 | 6,278 | | -24,523 | 3,759059362 | 3,949259362 |
| Filtro P.Rasa 1 | P.Rasa | 210,8 | 4,983 | 3,109 | 14,881 | | -25,547 | 3,204578666 | 3,394778666 |
| Filtro P.Rasa 2 | P.Rasa | 209,2 | 5,037 | 3,637 | 14,07 | | -25,238 | 3,747645466 | 3,937845466 |
| 2ª Análise | | | | | | | | | |
| cup 1 | control | | 0,136204 | -5,745 | 0,572198 | | -13,276 | | 11/11/05 |
| cup 2 | control | | 0,149067 | 8,635 | | | | | 11/11/05 |
| nitrogen 1 | standard | | 29,2894 | 0,072 | | | | | 11/11/05 |
| nitrogen 2 | standard | | 28,26172 | -0,049 | | | | | 11/11/05 |
| nitrogen 3 | standard | | 42,37184 | 0,301 | | | | | 11/11/05 |
| nitrogen 4 | standard | | 40,44094 | 0,169 | | | | | 11/11/05 |
| nitrogen 5 | standard | | 35,74446 | 0,338 | | | | | 11/11/05 |
| | | | avg | 0,1662 | | | | | |
| | | | stdev | 0,160374 | | | | | |
| | | | ref | 0,42 | | | | | |
| | | | diff | 0,2538 | | | | | |
| sucrose 1 | standard | | 0,146988 | -15,992 | 25,07675 | | -10,296 | | 11/11/05 |
| sucrose 2 | standard | | 0,196656 | 16,887 | 22,172249 | | -10,411 | | 11/11/05 |
| sucrose 3 | standard | | 0,137494 | 2,54 | 22,88359 | | -10,422 | | 11/11/05 |
| sucrose 4 | standard | | 0,167262 | -18,17 | 29,20793 | | -10,489 | | 11/11/05 |
| sucrose 5 | standard | | | | 23,069229 | | -11,918 | | |

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d15N final | d13C final |
|----------------|--------|-------|----------|----------|-----------|-------------|---------|------------|--------------|--------------|------------|
| | | | | | | | | corrected | blank | | |
| | | avg | 0,1621 | -3,69625 | avg | -10,7072 | | | | | |
| | | stdev | 0,02617 | 16,54469 | stdev | 0,680405541 | | | | | |
| | | ref | | | ref | -10,4 | | | | | |
| | | diff | | | diff | 0,3072 | | | | | |
| Avicennia 1 | Saco | | 4,741278 | 4,814 | 22,213349 | | -28,476 | 11/10/05 | -10,3685867 | -10,3550867 | -28,476 |
| Avicennia 2 | Saco | | 4,628746 | 5,343 | 29,402974 | | -27,786 | 11/10/05 | -9,798305772 | -9,784805772 | -27,786 |
| Avicennia 3 | Saco | | 5,399897 | 2,04 | 35,450268 | | -27,224 | 11/10/05 | -12,77555728 | -12,76205728 | -27,224 |
| | | avg | | | | | avg | | avg | | avg |
| | | stdev | | | | | stdev | | stdev | | stdev |
| Cerriops 1 | Saco | | 1,811782 | -1,197 | 20,803385 | | -25,631 | 11/10/05 | 26,07644529 | 26,08994529 | -25,631 |
| Cerriops 2 | Saco | | 2,520034 | -0,431 | 26,055682 | | -25,876 | 11/10/05 | 47,51523079 | 47,52873079 | -25,876 |
| Cerriops 3 | Saco | | 2,314418 | 1,512 | 29,291482 | | -24,871 | 11/11/05 | 33,39396328 | 33,40746328 | -24,871 |
| | | avg | | | | | avg | | avg | | avg |
| | | stdev | | | | | stdev | | stdev | | stdev |
| Cerriops 1 | P.Rasa | | 2,142335 | -0,071 | 21,515949 | | -25,695 | 11/11/05 | 31,63145864 | 31,64495864 | -25,695 |
| Cerriops 2 | P.Rasa | | 2,147275 | 32,911 | 22,563875 | | -26,446 | 11/11/05 | -28,06552664 | -28,05202664 | -26,446 |
| Cerriops 3 | P.Rasa | | 1,400353 | -3,075 | 20,385405 | | -26,271 | 11/11/05 | 21,62652597 | 21,64002597 | -26,271 |
| | | avg | | | | | avg | | avg | | avg |
| | | stdev | | | | | stdev | | stdev | | stdev |
| Chenolea 1 | Saco | | 8,438121 | 8,851 | 29,605703 | | -27,682 | 11/11/05 | 7,291526277 | 7,305026277 | -27,682 |
| Chenolea 2 | Saco | | 5,477809 | 10,038 | 18,433083 | | -27,622 | 11/11/05 | 8,169867344 | 8,183367344 | -27,622 |
| Chenolea 3 | Saco | | 6,278734 | 5,938 | 22,951396 | | -27,941 | 11/11/05 | -0,055629005 | -0,042129005 | -27,941 |
| | | avg | | | | | avg | | avg | | avg |
| | | stdev | | | | | stdev | | stdev | | stdev |
| Filter 1 | CSA2 | | 10,26285 | 14,715 | 16,17647 | | -25,709 | 11/10/05 | 16,38390051 | 16,39740051 | -25,709 |
| Filter 2 | CSA1 | | 5,416035 | 9,091 | 6,556033 | | -21,391 | 11/10/05 | 5,654615958 | 5,668115958 | -21,391 |
| L.richardsonii | Saco | | 64,47798 | 8,229 | 40,143636 | | -16,328 | 11/11/05 | 8,064865925 | 8,078365925 | -16,328 |
| N.meinerti 2 | CSA1 | | 64,7875 | 15,296 | 37,059656 | | -18,246 | 11/10/05 | 15,5157306 | 15,5292306 | -18,246 |
| N.meinerti 1 | Saco | | 51,38589 | 8,194 | 32,006354 | | -23,771 | 11/11/05 | 7,982723108 | 7,996223108 | -23,771 |

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N Blank | | d13C final |
|----------------------|--------|-------|----------|---------|-----------|------|---------|--------------|--------------|------------|
| | | | | | | | | corrected | d15N final | |
| N.meinerti 2 | Saco | | 44,54586 | 8,394 | 27,268361 | | -22,804 | 8,163823608 | 8,177323608 | -22,804 |
| N.meinerti 3 | Saco | | 55,74798 | 7,735 | 33,907952 | | -23,465 | 7,512136783 | 7,525636783 | -23,465 |
| | | | | | | | | avg | 7,90 | -23,35 |
| | | | | | | | | stdev | 0,34 | 0,49 |
| Ramalina 1 | Saco | | 3,668155 | -9,903 | 20,797588 | | -28,39 | -218,8098678 | -218,7963678 | -28,39 |
| Ramalina 2 | Saco | | 3,855188 | -9,731 | 24,343727 | | -28,279 | -143,0058232 | -142,9923232 | -28,279 |
| Ramalina 3 | Saco | | 4,794989 | -10,474 | 28,753157 | | -28,428 | -59,88420458 | -59,87070458 | -28,428 |
| | | | | | | | | avg | -140,55 | -28,37 |
| | | | | | | | | stdev | 79,49 | 0,08 |
| Rhizophora 1 | Saco | | 4,084673 | 2,004 | 43,345852 | | -27,208 | -38,8250837 | -38,8115837 | -27,208 |
| Rhizophora 2 | Saco | | 2,400235 | 1,609 | 25,624969 | | -27,46 | 36,08335497 | 36,09685497 | -27,46 |
| Rhizophora 3 | Saco | | 3,252112 | 1,031 | 24,063455 | | -26,271 | 432,1845468 | 432,1980468 | -26,271 |
| | | | | | | | | avg | 143,16 | -26,98 |
| | | | | | | | | stdev | 253,10 | 0,63 |
| Rhizophora 1 | P.Rasa | | 2,856401 | 2,799 | 17,386101 | | -24,506 | 62,05667437 | 62,07017437 | -24,506 |
| Rhizophora 2 | P.Rasa | | 1,371596 | 1,27 | 18,335024 | | -25,297 | 18,22246718 | 18,23596718 | -25,297 |
| Rhizophora 3 | P.Rasa | | 2,845734 | 2,815 | 18,805552 | | -25,047 | 60,66025806 | 60,67375806 | -25,047 |
| | | | | | | | | avg | 46,99 | -24,95 |
| | | | | | | | | stdev | 24,91 | 0,40 |
| Salicornia 1 | Saco | | 7,888948 | 3,263 | 19,040619 | | -27,193 | -2,568143532 | -2,554643532 | -27,193 |
| Salicornia 2 | Saco | | 4,77447 | 3,578 | 10,238624 | | -26,393 | -14,10770459 | -14,09420459 | -26,393 |
| Salicornia 3 | Saco | | 4,528633 | 2,761 | 8,896033 | | -25,973 | -20,82737056 | -20,81387056 | -25,973 |
| | | | | | | | | avg | -12,49 | -26,52 |
| | | | | | | | | stdev | 9,24 | 0,62 |
| U.inversa 1 | Saco | | 27,11928 | 5,574 | 16,631484 | | -13,411 | 4,780327384 | 4,793827384 | -13,411 |
| U.inversa 2 | Saco | | 36,20584 | 5,43 | 22,357925 | | -13,814 | 4,841106767 | 4,854606767 | -13,814 |
| U.inversa 3 | Saco | | 48,60828 | 5,829 | 29,999079 | | -13,888 | 5,430771524 | 5,444271524 | -13,888 |
| | | | | | | | | avg | 5,03 | -13,70 |
| | | | | | | | | stdev | 0,36 | 0,26 |
| L.richardsonii Big 1 | CSA1 | | 82,37953 | 14,431 | 50,859811 | | -15,453 | 14,56538022 | 14,57888022 | -15,453 |

3ª Análise

nitrogen 1 standard 219,5 25,52223 0,12 11/11/05

AIII-6

Ana Alexandra Araújo do Rosário

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d13C final |
|--------------------|----------|-------|----------|----------|-----------|------|----------|------------|-------------|------------|
| | | | | | | | | corrected | d15N final | |
| nitrogen 2 | standard | 218,6 | 35,64594 | 0,257 | | | 11/11/05 | | | |
| nitrogen 3 | standard | 219,6 | 35,37028 | 0,304 | | | 11/11/05 | | | |
| nitrogen 4 | standard | 219,3 | 33,50404 | 0,01 | | | 11/11/05 | | | |
| nitrogen 5 | standard | 218,1 | 32,40399 | 0,031 | | | 11/11/05 | | | |
| | | avg | 0,14 | | | | | | | |
| | | stdev | 0,13 | | | | | | | |
| | | ref | 0,42 | | | | | | | |
| | | diff | 0,28 | | | | | | | |
| sucrose 1 | standard | | 227 | 0,198265 | 20,362068 | | -9,969 | 11/11/05 | | |
| sucrose 2 | standard | | 227,5 | 0,122339 | 21,545355 | | -9,931 | 11/11/05 | | |
| sucrose 3 | standard | | | | 21,834755 | | -9,982 | 11/11/05 | | |
| sucrose 4 | standard | | | | 28,612993 | | -10,052 | 11/11/05 | | |
| sucrose 5 | standard | | | | xx | | -9,801 | 11/11/05 | | |
| | | avg | 0,16 | -6,29 | avg | | -9,95 | | | |
| | | stdev | 0,04 | 2,96 | stdev | | 0,09 | | | |
| | | | | | ref | | -10,4 | | | |
| | | | | | diff | | -0,45 | | | |
| A.natalensis 1 | P.Rasa | 220,2 | 34,41565 | 9,485 | 21,389214 | | -17,271 | 11/11/05 | 9,60 | -27,67 |
| A.natalensis 2 | P.Rasa | 219,2 | 31,93319 | 9,427 | 20,539893 | | -17,407 | 11/11/05 | 9,54 | -27,81 |
| Avicennia 1 | P.Rasa | 218,9 | 6,379017 | 4,837 | 33,981908 | | -24,52 | 11/11/05 | 5,073151164 | -34,92 |
| Avicennia 2 | P.Rasa | 218,8 | 9,495497 | 3,723 | 26,221063 | | -23,333 | 11/11/05 | 3,876931137 | -33,733 |
| Avicennia 3 | P.Rasa | 221,3 | 5,570351 | 3,113 | 25,479218 | | -25,385 | 11/11/05 | 3,319564665 | -35,785 |
| | | | | | | | | | avg | -34,81 |
| | | | | | | | | | stdev | 1,03 |
| Chenolea 1 | P.Rasa | 219,9 | 9,746916 | 3,761 | 21,536336 | | -25,445 | 11/11/05 | 3,859050605 | -35,845 |
| Chenolea 2 | P.Rasa | 218,4 | 10,99336 | 3,823 | 26,846194 | | -26,5 | 11/11/05 | 3,910770879 | -36,9 |
| Chenolea 3 | P.Rasa | 219,1 | 7,557817 | 4,65 | 17,049854 | | -25,105 | 11/11/05 | 4,79857821 | -35,505 |
| | | | | | | | | | avg | -36,08 |
| | | | | | | | | | stdev | 0,73 |
| L.argentinacults 1 | CSA2 | 218,3 | 47,17282 | 19,642 | 29,197294 | | -17,92 | 11/11/05 | 19,72211641 | -28,32 |
| L.argentinacults 2 | CSA2 | 219,7 | 33,84515 | 18,825 | 20,400088 | | -17,548 | 11/11/05 | 18,93251222 | -27,948 |

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | d15N blank | | date | d13C final |
|--------------------|--------|-------|----------|--------|-----------|---------|--------------|------------|--------------|------------|
| | | | | | | | corrected | d15N final | | |
| L.argentinacults 3 | CSA2 | 219,5 | 39,20867 | 18,225 | 24,163509 | -18,177 | 18,3150018 | 11/11/05 | 18,36896252 | -28,577 |
| | | | | | | | avg | | 19,04 | -28,28 |
| | | | | | | | stdev | | 0,71 | 0,32 |
| L.richardsonii 1 | P.Rasa | 219,2 | 28,24896 | 9,138 | 18,406521 | -18,593 | 9,205519752 | 11/11/05 | 9,259480479 | -28,993 |
| L.richardsonii 2 | P.Rasa | 218,7 | 27,51227 | 9,388 | 17,398664 | -17,902 | 9,458967478 | 11/11/05 | 9,512928205 | -28,302 |
| L.richardsonii 3 | P.Rasa | 219,2 | 29,13343 | 9,145 | 19,241272 | -18,645 | 9,210500313 | 11/11/05 | 9,26446104 | -29,045 |
| | | | | | | | avg | | 9,35 | -28,78 |
| | | | | | | | stdev | | 0,14 | 0,41 |
| N.meinerti 1 | P.Rasa | 218,9 | 47,21778 | 6,136 | 27,979538 | -24,255 | 6,164932706 | 11/11/05 | 6,218893433 | -34,655 |
| N.meinerti 2 | P.Rasa | 221 | 43,58559 | 7,251 | 25,316113 | -24,005 | 7,286925933 | 11/11/05 | 7,34088666 | -34,405 |
| N.meinerti 3 | P.Rasa | 219,9 | 33,25558 | 7,607 | 19,230451 | -23,877 | 7,656061206 | 11/11/05 | 7,710021932 | -34,277 |
| | | | | | | | avg | | 7,09 | -34,45 |
| | | | | | | | stdev | | 0,78 | 0,19 |
| N.meinerti 1 | CSA2 | 219,5 | 54,23016 | 20,5 | 30,930983 | -22,792 | 20,57248147 | 11/11/05 | 20,6264422 | -33,192 |
| N.meinerti 2 | CSA2 | 220,1 | 45,22482 | 14,988 | 25,69035 | -20,729 | 15,05319092 | 11/11/05 | 15,10715165 | -31,129 |
| N.meinerti 3 | CSA2 | 219 | 34,55753 | 12,272 | 20,060005 | -17,765 | 12,3433563 | 11/11/05 | 12,39731703 | -28,165 |
| | | | | | | | avg | | 16,04 | -30,83 |
| | | | | | | | stdev | | 4,19 | 2,53 |
| P.catenata 1 | P.Rasa | 219,7 | 25,58378 | 6,644 | 15,154368 | -19,196 | 6,701129213 | 11/11/05 | 6,75508994 | -29,596 |
| P.catenata 2 | P.Rasa | 219,2 | 33,03446 | 5,623 | 20,197355 | -20,466 | 5,661643051 | 11/11/05 | 5,715603777 | -30,866 |
| P.catenata 1 | CSA2 | 221,4 | 50,35841 | 11,672 | 30,314637 | -21,141 | 11,7187592 | 11/11/05 | 11,77271993 | -31,541 |
| P.catenata 2 | CSA2 | 219,3 | 48,56036 | 13,086 | 29,256089 | -20,449 | 13,13969908 | 11/11/05 | 13,19365981 | -30,849 |
| P.catenata 3 | CSA2 | 219,2 | 32,67872 | 15,947 | 20,469016 | -19,047 | 16,04260852 | 11/11/05 | 16,09656925 | -29,447 |
| | | | | | | | avg | | 13,69 | -30,61 |
| | | | | | | | stdev | | 2,20 | 1,07 |
| P.gutatum 1 | P.Rasa | 220,6 | 49,48786 | 6,82 | 29,722065 | -23,707 | 6,850069847 | 11/11/05 | 6,904030574 | -34,107 |
| P.gutatum 2 | P.Rasa | 220,5 | 41,33092 | 6,566 | 25,537666 | -23,354 | 6,60093137 | 11/11/05 | 6,654892096 | -33,754 |
| Ramalina 1 | P.Rasa | 221,1 | 4,126739 | -9,202 | 24,964537 | -27,622 | -9,548737528 | 11/11/05 | -9,494776802 | -38,022 |
| Ramalina 2 | P.Rasa | 222,4 | 4,21256 | -7,932 | 27,344232 | -27,498 | -8,21533102 | 11/11/05 | -8,161370294 | -37,898 |

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d15N final | d13C final |
|----------------|---------|-------|----------|--------|-----------|---------|----------|--------------|-------------|--------------|------------|
| | | | | | | | | corrected | avg | | |
| Ramalina 3 | P. Rasa | 221,5 | 3,51621 | -8,459 | 22,489628 | -27,333 | 11/11/05 | -8,829534508 | -8,81 | -8,775573782 | -37,733 |
| | | | | | | | | avg | | | -37,88 |
| | | | | | | | | stdev | 0,67 | | 0,14 |
| U. annulipes 1 | P. Rasa | 218,5 | 26,62927 | 6,096 | 16,206891 | -18,201 | 11/11/05 | 6,147183476 | 6,201144203 | | -28,601 |
| U. annulipes 2 | P. Rasa | 219,5 | 30,77345 | 6,677 | 18,726199 | -18,928 | 11/11/05 | 6,724630802 | 6,778591528 | | -29,328 |
| U. annulipes 3 | P. Rasa | 220 | 33,2379 | 5,708 | 20,382508 | -19,088 | 11/11/05 | 5,746862914 | 5,80082364 | | -29,488 |
| | | | | | | | | avg | 6,26 | | -29,14 |
| | | | | | | | | stdev | 0,49 | | 0,47 |
| U. inversa 1 | P. Rasa | 218,3 | 42,25835 | 8,073 | 25,938523 | -17,403 | 11/11/05 | 8,11353612 | 8,167496847 | | -27,803 |
| U. inversa 2 | P. Rasa | 219,7 | 46,8792 | 7,858 | 28,734487 | -18,284 | 11/11/05 | 7,89370581 | 7,947666537 | | -28,684 |
| U. inversa 3 | P. Rasa | 219,4 | 38,13283 | 8,135 | 23,372721 | -17,908 | 11/11/05 | 8,180232982 | 8,234193708 | | -28,308 |
| | | | | | | | | avg | 8,12 | | -28,27 |
| | | | | | | | | stdev | 0,15 | | 0,44 |

4ª Análise

| | | | | | | | | | | | |
|------------|----------|-------|----------|-------|-----------|--|--------------|----------|--|-------|--------|
| nitrogen 1 | standard | 219,1 | 28,60662 | 0,186 | | | | | | | |
| nitrogen 2 | standard | 220,3 | 28,23858 | 0,38 | | | | | | | |
| nitrogen 3 | standard | 218,7 | 30,74822 | 0,276 | | | | | | | |
| | | | avg | 0,28 | | | | | | | |
| | | | stdev | 0,10 | | | | | | | |
| | | | ref | 0,42 | | | | | | | |
| | | | diff | 0,14 | | | | | | | |
| sucrose 1 | standard | | | | 28,837431 | | -10,13 | 11/16/05 | | | |
| sucrose 2 | standard | | | | 19,512914 | | -9,938 | 11/16/05 | | | |
| sucrose 3 | standard | | | | 19,124607 | | -9,834 | 11/16/05 | | | |
| | | | avg | | | | -9,967333333 | | | | |
| | | | stdev | | | | 0,150164354 | | | | |
| | | | ref | | | | -10,4 | | | | |
| | | | diff | | | | -0,432666667 | | | | |
| sediment 1 | CSA1 | 3,68 | 6,049203 | 2,987 | 2,961701 | | -20,827 | 11/16/05 | | 3,28 | -30,99 |
| sediment 2 | CSA1 | 3,22 | 4,153806 | 9,645 | 3,404271 | | -21,955 | 11/16/05 | | 9,93 | -32,11 |
| sediment 3 | CSA1 | 2,39 | 2,259599 | 12,61 | 2,246018 | | -22,398 | 11/16/05 | | 12,90 | -32,56 |

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d13C final |
|------------------------|--------|-------|----------|--------|-----------|------|---------|-------------|---------|------------|
| | | | | | | | | corrected | final | |
| sediment 1 | CSA2 | 3,26 | 3,29477 | 11,312 | 4,294388 | | -19,715 | 8,70 | -31,89 | |
| | CSA2 | 2,11 | 2,357491 | 13,975 | 2,985417 | | -20,78 | 4,93 | 0,81 | |
| | CSA2 | 3,83 | 3,737988 | 11,332 | 5,220171 | | -19,913 | | 11,60 | |
| sediment 2 | Saco | 6,27 | 1,460488 | 6,662 | 1,372644 | | -24,256 | 12,50 | -30,94 | |
| | Saco | 5,64 | 1,675734 | 6,01 | 1,916577 | | -21,434 | 1,53 | 0,57 | |
| | Saco | 5,06 | 1,367276 | 8,328 | 1,366631 | | -21,466 | | 6,95 | |
| sediment 3 | P.Rasa | 4,25 | 1,31951 | 7,124 | 1,777823 | | -24,618 | 7,29 | -31,59 | |
| | P.Rasa | 5,02 | 1,198948 | 4,408 | 2,111928 | | -24,212 | 1,20 | 6,30 | |
| | P.Rasa | 6,16 | 1,834212 | 5,487 | 3,829065 | | -24,557 | | 8,62 | |
| Cerithidea decollata 1 | CSA1 | 219,4 | 39,96932 | 14,352 | 26,262202 | | -15,284 | 5,96 | -32,54 | |
| | CSA1 | 219 | 26,77613 | 12,413 | 18,553773 | | -17,703 | 1,37 | 1,62 | |
| | CSA1 | 219,5 | 30,23902 | 13,385 | 21,236745 | | -16,232 | | 7,41 | |
| Littoraria scabra 1 | P.Rasa | 219,7 | 17,96141 | 2,185 | 15,542285 | | -21,796 | 13,67 | -34,78 | |
| | P.Rasa | 218,9 | 16,73834 | 2,104 | 16,545383 | | -22,557 | 0,97 | -34,37 | |
| | P.Rasa | 218,3 | 30,14355 | 0,429 | 25,382857 | | -22,801 | | 4,70 | |
| L.richardsonii 1 | CSA2 | 220,9 | 42,26634 | 16,605 | 26,493948 | | -16,489 | 5,96 | -26,39 | |
| | CSA2 | 219,5 | 37,56711 | 17,788 | 23,851488 | | -16,695 | 1,37 | -26,57 | |
| | CSA2 | 219,8 | 39,95893 | 19,761 | 25,410676 | | -16,073 | | 1,22 | |
| L.richardsonii 2 | CSA2 | 218,8 | 48,12207 | 19,303 | 29,511346 | | -15,419 | 1,86 | -31,96 | |
| | CSA2 | 218 | 34,16318 | 20,605 | 21,4052 | | -16,083 | 0,99 | -32,72 | |
| | CSA2 | 218,4 | 49,24356 | 20,246 | 31,417452 | | -17,241 | | 2,47 | |
| L.richardsonii 3 | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | 16,68161196 | -32,96 | |
| | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | 0,72 | |
| | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | -32,54 | |
| L.richardsonii 4 | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | 16,73557268 | 0,52 | |
| | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | -26,889 | |
| | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | -26,85 | |
| L.richardsonii 5 | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | -26,23 | |
| | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | 20,05 | |
| | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | 19,59 | |
| L.richardsonii 6 | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | -26,24 | |
| | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | 20,89 | |
| | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | -26,44 | |
| L.richardsonii 7 | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | -27,40 | |
| | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | 20,54 | |
| | CSA2 | 219,3 | 31,29349 | 20,061 | 19,238976 | | -16,276 | | 20,35 | |

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d13C final |
|-------------------------------|------|-------|----------|--------|-----------|------|---------|------------|------------|------------|
| | | | | | | | | corrected | d15N final | |
| Littoraria scabra 1 | CSA1 | 218,1 | 15,56847 | 8,709 | 14,143527 | | -22,13 | 19,46 | 9,00 | -26,52 |
| Littoraria scabra 2 | CSA1 | 218,6 | 13,83348 | 6,579 | 10,486605 | | -21,028 | 1,00 | 6,87 | 0,59 |
| Littoraria scabra 3 | CSA1 | 218,2 | 23,14889 | 7,748 | 19,967726 | | -22,742 | | 8,04 | |
| | | | | | | | | avg | | |
| | | | | | | | | stdev | | |
| Sesuvium portulacastr P.Rasa | | 220,7 | 4,598523 | 2,045 | 13,605768 | | -21,046 | 7,97 | 2,33 | -31,21 |
| Sesuvium portulacastr P.Rasa | | 219 | 4,395126 | 1,939 | 13,059724 | | -22,059 | 1,07 | 2,23 | -32,22 |
| Sesuvium portulacastr P.Rasa | | 218,5 | 4,137421 | 1,739 | 12,24352 | | -21,325 | | 2,03 | -31,48 |
| | | | | | | | | avg | | |
| | | | | | | | | stdev | | |
| Ambassis natalensis Saco | | 218,5 | 32,18197 | 8,843 | 19,98931 | | -19,441 | 2,20 | 9,13 | -29,60 |
| | | | | | | | | avg | | |
| | | | | | | | | stdev | | |
| Littoraria scabra 1 | Saco | 219,2 | 23,34806 | 1,019 | 20,72815 | | -24,182 | 0,62 | 1,31 | -34,34 |
| Littoraria scabra 2 | Saco | 217,6 | 17,64476 | 0,734 | 14,710691 | | -21,571 | 0,95 | 1,02 | -31,73 |
| Littoraria scabra 3 | Saco | 218,7 | 25,06803 | -0,756 | 22,078396 | | -23,846 | | -0,47 | -34,01 |
| | | | | | | | | avg | | |
| | | | | | | | | stdev | | |
| Cerithidea decollata 1 P.Rasa | | 218,5 | 27,42043 | 3,697 | 20,268395 | | -24,645 | 0,62 | 3,99 | -34,80 |
| Cerithidea decollata 2 P.Rasa | | 218,3 | 19,06498 | 4,207 | 13,118127 | | -23,016 | 0,95 | 4,50 | -33,18 |
| Cerithidea decollata 3 P.Rasa | | 216,6 | 31,10194 | 3,565 | 21,819971 | | -23,975 | | 3,85 | -34,13 |
| | | | | | | | | avg | | |
| | | | | | | | | stdev | | |

5ª Análise

| | | | | | | | | | | |
|------------|----------|-------|----------|-------|--|--|--|--|--|--|
| nitrogen 1 | standard | 217,6 | 26,61821 | 0,805 | | | | | | |
| nitrogen 2 | standard | 217,5 | 28,65821 | 0,481 | | | | | | |
| nitrogen 3 | standard | 218,4 | 29,23135 | 0,705 | | | | | | |
| | | | avg | 0,66 | | | | | | |
| | | | stdev | 0,17 | | | | | | |
| | | | ref | 0,42 | | | | | | |
| | | | diff | -0,24 | | | | | | |

| id1 | id2 | Rt N ² | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d13C final |
|--------------|----------|-------------------|----------|--------|-----------|------|-------------|------------|------------|------------|
| | | | | | | | | corrected | d15N final | |
| Sucrose 1 | standard | 222,6 | 0,83634 | 0,423 | 43,801527 | | -18,471 | 11/17/05 | | |
| Sucrose 2 | standard | 225 | 0,147734 | 15,391 | 23,336018 | | -11,176 | 11/17/05 | | |
| Sucrose 3 | standard | 225,2 | 0,229405 | 6,609 | 20,929251 | | -10,807 | 11/17/05 | | |
| | | | | | avg | | -10,9915 | | | |
| | | | | | stdev | | 0,260922402 | | | |
| | | | | | ref | | -10,4 | | | |
| | | | | | diff | | 0,5915 | | | |
| Sesuvium 1 | CSA1 | 219,6 | 7,039306 | 3,626 | 15,394768 | | -25,583 | 11/17/05 | 3,9010 | -35,8250 |
| Sesuvium 2 | CSA1 | 219,7 | 6,953886 | 5,233 | 14,128548 | | -25,016 | 11/17/05 | 5,5080 | -35,2580 |
| Sesuvium 3 | CSA1 | 219,2 | 10,41335 | 6,8 | 22,594037 | | -25,412 | 11/17/05 | 7,0750 | -35,6540 |
| | | | | | | | | | avg | -35,5790 |
| | | | | | | | | | stdev | 0,2908 |
| Sesuvium 1 | Saco | 220,9 | 7,418034 | 6,308 | 15,999378 | | -24,872 | 11/17/05 | 6,5830 | -35,1140 |
| Sesuvium 2 | Saco | 219,2 | 7,91124 | 4,627 | 16,90919 | | -25,175 | 11/17/05 | 4,9020 | -35,4170 |
| Sesuvium 3 | Saco | 219 | 8,157977 | 4,388 | 18,473973 | | -24,465 | 11/17/05 | 4,6630 | -34,7070 |
| | | | | | | | | | avg | -35,0793 |
| | | | | | | | | | stdev | 0,3563 |
| Salicornia 1 | P.rasa | 218,6 | 4,173688 | 6,001 | 15,606468 | | -27,189 | 11/17/05 | 6,2760 | -37,4310 |
| Salicornia 2 | P.rasa | 219,2 | 3,847009 | 5,906 | 16,303863 | | -27,151 | 11/17/05 | 6,1810 | -37,3930 |
| Salicornia 3 | P.rasa | 220 | 5,996115 | 4,376 | 21,260293 | | -28,129 | 11/17/05 | 4,6510 | -38,3710 |
| | | | | | | | | | avg | -37,7317 |
| | | | | | | | | | stdev | 0,5540 |
| Grass 1 | Saco | 218,8 | 3,887571 | 2,959 | 16,510849 | | -13,654 | 11/17/05 | 3,2340 | -23,8960 |
| Grass 2 | Saco | 220,1 | 6,045396 | 3,005 | 25,211156 | | -13,929 | 11/17/05 | 3,2800 | -24,1710 |
| Grass 3 | Saco | 218,3 | 4,353588 | 3,858 | 18,521318 | | -13,766 | 11/17/05 | 4,1330 | -24,0080 |
| | | | | | | | | | avg | -24,0250 |
| | | | | | | | | | stdev | 0,1383 |
| Grass 1 | P.rasa | 218,6 | 3,941412 | 2,656 | 22,468971 | | -13,434 | 11/17/05 | 2,9310 | -23,6760 |
| Grass 2 | P.rasa | 220,6 | 4,465895 | 2,625 | 19,846512 | | -13,323 | 11/17/05 | 2,9000 | -23,5650 |
| Grass 3 | P.rasa | 219,5 | 5,125176 | 2,637 | 23,017801 | | -13,737 | 11/17/05 | 2,9120 | -23,9790 |
| | | | | | | | | | avg | -23,7400 |
| | | | | | | | | | stdev | 0,0156 |

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d13C final |
|---------------|--------|-------|----------|--------|-----------|---------|----------|------------|------------|------------|
| | | | | | | | | corrected | d15N final | |
| Littoraria 1 | CSA2 | 219,1 | 21,43108 | 9,723 | 18,767208 | -23,053 | 11/17/05 | | 9,980 | -33,2950 |
| Littoraria 2 | CSA2 | 218,2 | 22,23976 | 10,071 | 20,323026 | -22,121 | 11/17/05 | | 10,3460 | -32,3630 |
| Littoraria 3 | CSA2 | 219,4 | 27,61792 | 10,044 | 22,336121 | -22,281 | 11/17/05 | | 10,3190 | -32,5230 |
| | | | | | | | | avg | 10,2210 | -32,7270 |
| | | | | | | | | stdev | 0,1936 | 0,4984 |
| Cerithidea 1 | Saco | 219,2 | 20,03351 | 3,512 | 14,731317 | -19,613 | 11/17/05 | | 3,7870 | -29,8550 |
| Cerithidea 2 | Saco | 218,6 | 12,29953 | 4,715 | 8,597154 | -19,87 | 11/17/05 | | 4,9900 | -30,1120 |
| Cerithidea 3 | Saco | 218 | 15,6629 | 3,947 | 10,731906 | -20,462 | 11/17/05 | | 4,2220 | -30,7040 |
| | | | | | | | | avg | 4,3330 | -30,2237 |
| | | | | | | | | stdev | 0,6091 | 0,4354 |
| Cerithidea 1 | CSA2 | 218,9 | 30,24879 | 15,67 | 21,653554 | -16,144 | 11/17/05 | | 15,9450 | -26,3860 |
| Cerithidea 2 | CSA2 | 218,7 | 31,30167 | 14,045 | 22,858074 | -16,735 | 11/17/05 | | 14,3200 | -26,9770 |
| Cerithidea 3 | CSA2 | 218,7 | 21,66777 | 12,914 | 15,732724 | -16,928 | 11/17/05 | | 13,1890 | -27,1700 |
| | | | | | | | | avg | 14,4847 | -26,8443 |
| | | | | | | | | stdev | 1,3854 | 0,4085 |
| Shrimp one 1 | CSA1 | 217,9 | 26,92608 | 20,218 | 16,808596 | -17,467 | 11/17/05 | | 20,4930 | -27,7090 |
| Shrimp one 2 | CSA1 | 219,2 | 45,55277 | 18,823 | 27,91734 | -16,422 | 11/17/05 | | 19,0980 | -26,6640 |
| Shrimp two 1 | CSA1 | 218,6 | 33,2403 | 19,382 | 20,792403 | -16,329 | 11/17/05 | | 19,6570 | -26,5710 |
| Shrimp two 2 | CSA1 | 219,6 | 52,33891 | 18,608 | 32,844445 | -17,364 | 11/17/05 | | 18,8830 | -27,6060 |
| Shrimp one 1 | CSA2 | 217,4 | 49,81026 | 21,751 | 30,518048 | -18,196 | 11/17/05 | | 22,0260 | -28,4380 |
| Shrimp one 2 | CSA2 | 218,4 | 26,83886 | 21,642 | 16,807628 | -18,518 | 11/17/05 | | 21,9170 | -28,7600 |
| Shrimp one 3 | CSA2 | 217,9 | 34,04857 | 20,956 | 20,974936 | -18,011 | 11/17/05 | | 21,2310 | -28,2530 |
| | | | | | | | | avg | 21,7247 | -28,4837 |
| | | | | | | | | stdev | 0,4310 | 0,2566 |
| Shrimp four 1 | P.rasa | 218,6 | 32,44425 | 8,551 | 20,611067 | -20,624 | 11/17/05 | | 8,8260 | -30,8660 |
| Shrimp four 2 | P.rasa | 217,6 | 27,56435 | 9,147 | 18,217878 | -21,23 | 11/17/05 | | 9,4220 | -31,4720 |
| Shrimp four 3 | P.rasa | 219 | 42,40179 | 8,38 | 26,411134 | -18,751 | 11/17/05 | | 8,6550 | -28,9930 |
| | | | | | | | | avg | 8,9677 | -30,4437 |
| | | | | | | | | stdev | 0,4026 | 1,2923 |
| Shrimp four 1 | Saco | 218,2 | 44,2919 | 7,305 | 28,405798 | -20,054 | 11/17/05 | | 7,5800 | -30,2960 |
| Shrimp four 2 | Saco | 218,5 | 33,84224 | 7,843 | 21,286979 | -19,585 | 11/17/05 | | 8,1180 | -29,8270 |

ANEXO III

Trabalho de Licenciatura

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d13C final |
|-------------------|--------|-------|----------|-------|-----------|-----------|--------------|------------|-------------|------------|
| | | | | | | | | corrected | d15N final | |
| Shrimp four 3 | Saco | 217,2 | 31,37399 | 7,341 | 19,77693 | -20,686 | 11/17/05 | | | |
| ceriops 1 | p.rasa | 220,1 | 6,169997 | 2,614 | | | | avg | 7,6160 | -30,9280 |
| ceriops 2 | p.rasa | 219,8 | 6,582746 | 4,27 | | | | stddev | 7,7713 | -30,3503 |
| ceriops 3 | p.rasa | 218,7 | 3,691691 | 6,082 | | | | | 0,3008 | 0,5525 |
| | | | | | | | | | 2,89 | |
| | | | | | | | | | 4,55 | |
| | | | | | | | | | 6,36 | |
| | | | | | | | | | 4,60 | |
| | | | | | | | | | 1,734584677 | |
| 6ª Análise | | | | | | | | | | |
| blank Ag 1 | | | 0,456936 | | | -8,226 | | | | |
| blank Ag 2 | | | 0,428049 | | | -3,252 | | | | |
| blank Ag 3 | | | 0,460369 | | | -21,436 | | | | |
| blank Ag 4 | | | 0,49245 | | | -16,959 | | | | |
| blank Ag 5 | | | 0,758896 | | 3,059046 | -46,365 | -25,228 | | | |
| blank Ag 6 | | | 0,416853 | | 0,222064 | -8,214 | -46,993 | | | |
| blank Ag 7 | | | 0,483126 | | | -8,243 | | | | |
| blank Ag 8 | | | 0,47771 | | | -9,631 | | | | |
| blank Ag 9 | | | 0,435419 | | | -7,551 | | | | |
| | | Avg | 0,462008 | | 0 | -10,75686 | 0 | | | |
| | | Stdev | 0,026121 | | 0 | 1,05923 | 0 | | | |
| std C1 | | | 0,221147 | | 32,094789 | 476,9825 | -9,868 | | | |
| std C2 | | | 0,169005 | | 22,466892 | 417,7486 | -9,659 | | | |
| std C3 | | | 0,237221 | | 50,440335 | 600,1367 | -10,162 | | | |
| std N1 | | | 99,71337 | | 0 | 0,116146 | | | | |
| std N2 | | | 73,45591 | | 0 | 0,198474 | | | | |
| std N3 | | | 133,5613 | | 0 | 0,275029 | | | | |
| | | avg | 0,19655 | | | | -9,896333333 | | | |
| | | ref | 0,42 | | | | -10,4 | | | |
| | | diff | 0,22345 | | | | -0,503666667 | | | |
| sediment 1 | CSA1 | | 9,292876 | | 16,840 | 9,54 | -19,90 | | 10,60 | 10,82 |
| sediment 2 | CSA1 | | 9,396391 | | 17,915 | 14,06 | -20,51 | | 15,34 | 15,56 |

| id1 | id2 | Rt N2 | Area N2 | d15N | Area CO2 | d13C | date | d15N blank | | d13C final |
|----------------|------|-------|----------|-------|----------|------|--------|------------|------------|------------|
| | | | | | | | | corrected | d15N final | |
| sediment 3 | CSA1 | | 7,21449 | 9,92 | 12,494 | | -19,42 | 11,33 | 11,56 | -19,92 |
| shrimp 3-1 | Saco | | 124,3391 | 9,21 | 80,523 | | -19,11 | | 2,55 | 0,54 |
| shrimp 3-2 | Saco | | 119,1793 | 9,67 | 78,069 | | -19,91 | 9,28 | 9,51 | -19,61 |
| shrimp 3-3 | Saco | | 126,9719 | 9,85 | 82,689 | | -20,67 | 9,75 | 9,98 | -20,41 |
| | | | | | | | | 9,92 | 10,15 | -21,17 |
| | | | | | | | | | 9,88 | -20,40 |
| P. gutattum 1 | Saco | | 163,8848 | 8,07 | 103,247 | | -22,51 | | 0,33 | 0,78 |
| P. gutattum 2 | Saco | | 240,1534 | 8,24 | 153,565 | | -22,87 | 8,13 | 8,35 | -23,01 |
| P. gutattum 3 | Saco | | 179,4108 | 8,16 | 108,314 | | -22,14 | 8,27 | 8,50 | -23,37 |
| | | | | | | | | 8,21 | 8,44 | -22,65 |
| | | | | | | | | | 8,43 | -23,01 |
| | | | | | | | | | 0,07 | 0,36 |
| P. catenata 1 | Saco | | 176,7137 | 7,63 | 112,905 | | -20,50 | 7,67 | 7,90 | -21,01 |
| P. catenata 2 | Saco | | 114,7475 | 8,11 | 77,434 | | -21,29 | 8,19 | 8,41 | -21,79 |
| P. catenata 3 | Saco | | 85,13112 | 8,91 | 53,913 | | -19,90 | 9,02 | 9,24 | -20,40 |
| | | | | | | | | | 8,52 | -21,07 |
| | | | | | | | | | 0,68 | 0,70 |
| P. gutattum 1 | CSA2 | | 114,5414 | 15,63 | 75,768 | | -16,00 | 15,74 | 15,96 | -16,50 |
| P. gutattum 2 | CSA2 | | 148,1313 | 16,83 | 94,732 | | -17,45 | 16,92 | 17,14 | -17,95 |
| P. gutattum 3 | CSA2 | | 139,183 | 17,13 | 87,324 | | -16,75 | 17,22 | 17,45 | -17,25 |
| | | | | | | | | | 16,85 | -17,24 |
| | | | | | | | | | 0,78 | 0,73 |
| P. catenata 1 | CSA1 | | 73,65219 | 14,83 | 52,600 | | -15,08 | 14,99 | 15,21 | -15,58 |
| P. catenata 2 | CSA1 | | 52,17248 | 13,74 | 35,046 | | -15,79 | 13,96 | 14,18 | -16,29 |
| P. catenata 3 | CSA1 | | 92,07108 | 14,58 | 71,107 | | -14,96 | 14,71 | 14,93 | -15,46 |
| | | | | | | | | | 14,77 | -15,78 |
| | | | | | | | | | 0,53 | 0,45 |
| M. depressus 1 | CSA1 | | 60,38427 | 14,15 | 43,484 | | -13,46 | 14,34 | 14,56 | -13,96 |
| M. depressus 2 | CSA1 | | 53,85558 | 14,28 | 39,484 | | -13,74 | 14,49 | 14,72 | -14,25 |
| M. depressus 3 | CSA1 | | 77,15001 | 13,57 | 68,337 | | -11,51 | 13,72 | 13,94 | -12,02 |
| | | | | | | | | | 14,41 | -13,41 |
| | | | | | | | | | 0,41 | 1,21 |