



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

Faculdade De Ciência

Departamento De Ciências Biológicas

Biologia Marinha, Aquática E Costeira

Culminação De Estudos II

Variante De Trabalho: Investigação

**Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas
vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha
de Inhaca**

Autora

Felicidade da Conceição Henrique Tembe



Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Biologia Marinha, Aquática e Costeira

Culminação de Estudos II

Variante de Trabalho: Investigação

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

Autora

Felicidade da Conceição Henrique Tembe

Supervisora

Profª Doutora Valera Lucena Dias

Co-supervisor

Mestre Mizeque Mafambissa

Maputo, Novembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Ao longo desta jornada académica, foram inúmeras as pessoas que desempenharam um papel crucial no desenrolar deste ciclo, seja de forma directa ou indirecta. Embora tenha expressado a minha gratidão em várias ocasiões, aproveito esta oportunidade para formalizar o meu reconhecimento e apreço por todos aqueles que contribuíram para esta realização.

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, pelas incontáveis bênçãos e pela força que me concedeu para enfrentar os desafios desta caminhada.

Expresso a minha sincera gratidão a Isabel Machiana, Regina Mwiinga e Billy Mwiinga, cuja dedicação e apoio incondicional sempre me incentivaram a superar limites, evidenciando que a determinação e a vontade firme podem ultrapassar quaisquer obstáculos.

Um agradecimento especial é devido à Prof^ª Dra. Valera Dias, pela confiança que depositou em mim e pela oportunidade de tê-la como supervisora deste projecto. A sua orientação, paciência e incentivo, mesmo nos momentos em que a dúvida se instalava, foram essenciais para o êxito deste trabalho. Agradeço igualmente ao Mestre Mizeque Mafambissa, que, generosamente, aceitou co supervisionar este trabalho, contribuindo com seu conhecimento e experiência.

Aos meus colegas do Departamento de Ciências Biológicas, manifesto o meu agradecimento pelo companheirismo e pela solidariedade. Em momentos de desânimo, as conversas de apoio, as experiências partilhadas e os desafios comuns ajudaram-me a reencontrar ânimo e determinação para prosseguir com o trabalho.

Ao corpo docente e aos funcionários da Universidade Eduardo Mondlane, em particular da Faculdade de Ciências e do Departamento de Ciências Biológicas, expresso o meu sincero reconhecimento. O profissionalismo e o empenho de cada um foram fundamentais para que esta caminhada académica decorresse com sucesso e consistência.

Por fim, dirijo um agradecimento afectuoso aos meus familiares, amigos, sacerdotes e a todos aqueles que acreditaram no meu sucesso, oferecendo apoio, motivação e as suas orações. A sua presença constante, seja em palavras de encorajamento, seja em actos de apoio, foi essencial para a conclusão deste ciclo. A todos, deixo o meu mais profundo e sincero agradecimento.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Felicidade da Conceição Henrique Tembe, declaro por minha honra que o presente trabalho de investigação, para a obtenção do grau de licenciatura em Biologia Marinha, Aquática e Costeira, nunca foi apresentado na sua essência para a obtenção de qualquer grau académico e é da minha autoria como resultado da minha investigação e de orientação dos supervisores excepto para as citações que aqui foram devidamente referenciadas. Nenhuma parte deste trabalho deverá ser reproduzido sem a permissão da autora ou da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, Novembro de 2024



(Felicidade da Conceição Henrique Tembe)

DEDICATÓRIA

Dedico

À Isabel Machiana, Regina Mwiinga e a todos que,
directa ou indirectamente, me apoiaram ao longo da licenciatura.

RESUMO

A costa de Moçambique é amplamente dominada por macroalgas marinhas, organismos fotossintéticos multicelulares que vivem fixos ao substrato e desempenham um papel essencial tanto para o ambiente marinho quanto para os seres humanos. Além de fornecerem habitat para várias espécies marinhas, essas macroalgas atuam como importantes produtores primários e possuem valor económico significativo devido ao uso das suas substâncias em sectores como a indústria alimentar, farmacêutica e cosmética. No sul de Moçambique, destacam-se as macroalgas castanhas e verdes.

O presente estudo tem como objetivo investigar a abundância, distribuição e diversidade das macroalgas vermelhas (Rhodophyta) nas praias de Ponta d'Ouro e do Farol, na Ilha de Inhaca. Para tal, utilizou-se um método sistemático de amostragem com transectos e quadrículas perpendiculares à linha de costa, realizado durante os meses de maio e setembro, em ambas as áreas de estudo.

Os resultados indicaram que as macroalgas vermelhas se distribuem nas zonas eulitoral inferior e superior. No que se refere à diversidade, observou-se a presença de três famílias distintas em cada área: em Ponta d'Ouro, *Galaxauraceae*, *Kallymeniaceae* e *Pterocladaceae*; e na praia do Farol, *Delesseriaceae*, *Gelidiaceae* e *Gelidiellaceae*. A abundância foi maior para a espécie *Hypnea musciformis*, com 35 indivíduos/m², seguida pela *Jania adhaerens*, com 30 indivíduos/m² em ambas as praias. Quanto à biomassa, foi registado um valor médio mais elevado no Farol da Ilha de Inhaca ($23,23 \pm 15,24$ g/m²) em comparação com a Ponta d'Ouro ($20,23 \pm 7,79$ g/m²).

Palavras-Chave: Organismos marinhos, algas marinhas, macroalgas vermelhas.

Figuras

Figura 1. Tipos de macroalgas existentes em Moçambique	6
Figura 2. Zona intertidal	7
Figura 3. Esquema das áreas de zonação	8
Figura 4. Aspecto do talo de algas vermelhas	10
Figura 5. Localização das áreas de estudo	14
Figura 6. Procedimento de amostragem das macroalgas vermelhas.....	16
Figura 7. Similaridade de macroalgas vermelhas na Ilha de Inhaca (esquerda) e Ponta d'Ouro (direita).....	18
Figura 8. Diversidade das macroalgas vermelhas nas áreas de estudo	21
Figura 9. Percentagem de cobertura de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia do Farol da Ilha de Inhaca e do Ponta d'Ouro.	22
Figura 10. Biomassa média nos locais de estudo.....	25
Figura 11. Distribuição das macroalgas vermelhas nas três zonação de marés rochosos em ambos locais de estudo (Ilha de Inhaca e Ponta d'Ouro).	27

Tabelas

Tabela 1. Lista de espécies de macroalgas vermelhas que ocorrem nas praias do Farol da Ilha de Inhaca e Ponta d'Ouro	20
Tabela 2. Abundância das macroalgas vermelhas (Rhodophyta) nas praias do Ponta d'Ouro e Farol da Ilha de Inhaca.	23
Tabela 3. Coeficiente de Similaridade de Jaccard.....	24

Índice

AGRADECIMENTOS	iii
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	iv
DEDICATÓRIA.....	v
RESUMO.....	vi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema e justificativa.....	3
1.2. Objectivos.....	4
1.2.1. Geral.....	4
1.2.2. Específicos	4
1.3. Hipóteses	4
1.4. Pergunta de estudo	4
2. REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1. Diversidade das macroalgas em Moçambique	5
2.2. Abundância e Distribuição das macroalgas	6
2.3. Zonação e parâmetros ambientais	7
2.4. Divisão Rhodophyta.....	9
2.5. Importância e aplicação de macroalgas.....	10
3. ÁREA DE ESTUDO.....	13
3.1. Ilha de Inhaca	13
3.2. Ponta d'Ouro	14
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.1. Material de Campo	15
4.2. Material laboratorial.....	15
4.3. Procedimento.....	15

4.3.1.	Colheita de amostras/Amostragem	15
4.3.2.	Tratamento laboratorial.....	16
4.3.3.	Identificação e Diversidade de macroalgas vermelhas (Rhodophyta).....	16
4.3.4.	Percentagem de cobertura de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)	17
4.4.	Análise de dados.....	17
4.4.1.	Índice de diversidade	17
4.4.2.	Índice de Similaridade	18
4.4.3.	Abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta).....	19
5.	RESULTADOS	20
5.1.	Identificação e Diversidade de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)	20
5.2.	Percentagem de cobertura de macroalgas vermelhas (Rhodophyta).....	21
5.3.	Abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta).....	22
5.4.	Similaridade de espécies de macroalgas vermelhas (Rhodophyta).....	24
5.5.	Biomassa de macroalgas vermelhas (Rhodophyta).....	24
5.6.	Distribuição de macroalgas vermelhas no Farol na Ilha de Inhaca e Ponta d'Ouro	25
6.	DISCUSSÃO	28
6.1.	Identificação e Diversidade de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)	28
6.2.	Abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta).....	29
6.3.	Biomassa de macroalgas vermelhas (Rhodophyta).....	30
6.4.	Distribuição de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)	30
7.	CONCLUSÃO	32
8.	RECOMENDAÇÕES	33
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
10.	ANEXOS	41

1. INTRODUÇÃO

A costa de Moçambique é largamente dominada por ecossistemas marinhos, os quais desempenham funções essenciais para seres humanos e para a fauna local. Esses ecossistemas não só fornecem recursos alimentares e substâncias de valor medicinal, como também contribuem para a estabilização do ambiente litoral e para a regulação de processos atmosféricos (Melo, 2018).

Além disso, as macroalgas são parte fundamental da biodiversidade marinha e podem ser encontradas em diversos ambientes, desde a zona costeira intertidal até profundidades de mais de 30 metros. Elas são organismos aquáticos eucarióticos que realizam fotossíntese e não possuem verdadeiras raízes ou folhas porque são diretamente obtidos da água do mar em seu ambiente circundante (Guiloviça, 2007; Kim, 2012). Mas as algas também podem estar em rios e lagoas, solo e paredes, animais e plantas e em quase todos os lugares onde a luz pode fazer a fotossíntese porque são parceiros simbiotes. Quanto ao tamanho, as algas podem ocorrer como microalgas, que variam de 3 a 10 μm e são encontradas em habitats bentônicos e litorâneos, bem como em todas as águas oceânicas, como o fitoplâncton e as macroalgas (ou algas marinhas) que variam até 70 m de comprimento e que crescem até 50 cm por dia e são encontradas no litoral, com algas verdes, marrons e vermelhas (Hilison, 1977; Garson 1989).

Macroalgas marinhas são organismos autotróficos fotossintetizantes, talófitos e que possuem em comum a clorofila a, cuja colheita tem desempenhado um papel crucial no desenvolvimento das comunidades costeiras. Historicamente, as macroalgas foram utilizadas pelas populações costeiras na alimentação humana, forragem animal, como fertilizantes e com fins medicinais, principalmente em países do Oriente (Della *et al.*, 2018).

O número de estudos sobre macroalgas, sua composição química, fisiológica e propriedades tecnológicas têm crescido exponencialmente, e esses organismos tornaram-se foco de interesse comercial como potenciais ingredientes dos chamados alimentos funcionais ou promotores de saúde (Patarra *et al.*, 2011). Por essa razão, as macroalgas constituem organismos vitais aos homem e animais podendo ser usadas na indústria alimentar, farmacêutica e cosmética, e na agricultura, como é o caso das hortaliças marinhas que podem ser comercializadas e/ou consumidas de diversas formas, como frescas, secas, em flocos, farinha ou pó, ou incorporados em outros produtos

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

alimentícios. Países como Islândia, França e Noruega costumam usá-los na nutrição de animais domésticos (Leandro *et al.*, 2020).

As macroalgas podem ser classificadas em três grupos, de acordo com os pigmentos fotossintéticos predominantes, Rhodophyta (algas vermelhas), Chlorophyta (algas verdes) e Phaeophyceae (algas castanhas) (Della *et al.*, 2018; Spalding, 2019). Mas, além da cor do talo, as diferenças entre esses filos são causadas por características mais significativas. Além da coloração, eles têm muitas características ultraestruturais e bioquímicas diferentes. Essas características incluem pigmentos fotossintetizantes, o tipo de material de reserva, a composição da parede celular, a presença ou ausência de flagelo, as conexões entre células adjacentes e a estrutura do cloroplasto. As endossimbioses primárias e secundárias ocorrem em Rhodophyta e Chlorophyta (Reino Plantae) e Ochrophyta (Reino Chromista) respectivamente (Delwiche, 2007, Guiry & Guiry, 2015).

A divisão Rhodophyta (algas vermelhas) encontra-se bem caracterizada e morfologicamente diversa na linhagem de protistas fotossintéticos, sendo geralmente unicelulares e uni ou multiseriados (dispostos em filamentos), a grandes (até 3 m), pseudoparenquimatosos, ramificados ou não ramificados, terete (cilíndrico) a folioso (talo), incluindo crostoso e formas erectas, algumas calcificadas. Actualmente consiste de dois sub- filos e 7 classes (Yoon *et al.*, 2017).

As algas vermelhas podem ser encontradas em muitos ambientes diferentes – marinhos, de água doce e terrestre. A maioria das algas vermelhas pertencem às Florideophyceae, que são em grande parte multicelulares e quase todos habitam em habitats marinhos. Algumas espécies estendem-se em ambientes estuarinos e algumas são exclusivamente de água doce, por exemplo, membros dos Batrachospermales (Yoon *et al.*, 2017).

A flora de algas marinhas da maior parte da costa Moçambicana permanece em grande parte não estudada. No entanto, dados estatísticos estimam um potencial de cerca de 3000 toneladas por ano de algas marinhas, sendo que a zona sul do país, no sul predominam as algas castanhas e verdes, enquanto que as algas vermelhas ocorrem principalmente na zona norte (Hoguane, 2007).

Os estudos existentes sobre macroalgas em Moçambique focam-se em aspectos biogeográficos e taxonómicos na região sul do país (Bandeira *et al.*, 2002). No norte do país, existem mais estudos realizados no que diz respeito a diversidade, distribuição das macroalgas (António e Bandeira,

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

2002; Massinga e Bandeira, 2005). No entanto, nenhum estudo foi feito sobre macroalgas vermelhas na zona sul do país no que diz respeito a sua diversidade, ocorrência e distribuição.

Portanto, é neste contexto que o presente trabalho de investigação pretende avaliar as macroalgas vermelhas (Rhodophyta) quanto a diversidade, abundância e distribuição nas praias de Ponta d'Ouro e do Farol na Ilha de Inhaca. A informação dos resultados esperados do estudo irá permitir melhorar a compreensão da diversidade, distribuição e abundância das macroalgas vermelhas e monitorar quaisquer mudanças na composição da comunidade ao longo do tempo.

1.1. Problema e justificativa

As macroalgas vermelhas desempenham papéis ecológicos essenciais em ecossistemas costeiros, como produtores primários, abrigo para organismos marinhos e fontes de nutrientes. Compreender a sua diversidade e distribuição é fundamental para o manejo sustentável dos ecossistemas marinhos.

Apesar da importância ecológica das macroalgas há uma escassez de estudos detalhados sobre a diversidade, distribuição e abundância das macroalgas vermelhas em muitas regiões costeiras. Este estudo pode contribuir para o preenchimento dessa lacuna, oferecendo informações para políticas de conservação e manejo de recursos marinhos na Ilha de Inhaca e em regiões semelhantes.

Um estudo comparativo das duas praias pode revelar padrões de biodiversidade e comportamento de espécies que não são imediatamente óbvios, fornecendo dados valiosos para futuros estudos em outras regiões costeiras ou sobre outras espécies de algas.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

1.2. Objectivos

1.2.1. Geral

- Avaliar a abundância, distribuição e diversidade das macroalgas vermelhas (Rhodophyta) nas praias de Ponta d'Ouro e do Farol na Ilha de Inhaca.

1.2.2. Específicos

- Identificar as espécies de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia da Ponta d'Ouro e na praia do Farol (Ilha de Inhaca);
- Determinar a distribuição de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia da Ponta d'Ouro e na praia do Farol (Ilha de Inhaca);
- Estimar a abundância das espécies de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia da Ponta d'Ouro e na praia do Farol (Ilha de Inhaca).

1.3. Hipóteses

- **Hipótese nula (H_0):** A diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelha não é similar entre os dois locais de amostragem.
- **Hipótese alternativa (H_1):** A diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelha é similar entre dois locais de amostragem.

1.4. Pergunta de estudo

O presente estudo tem as seguintes perguntas por responder:

- a) Existe alguma semelhança entre a praia da Ponta d'Ouro e a praia do Farol (Ilha de Inhaca) em termos da diversidade e abundância de macroalgas vermelhas?
- b) Quais são as espécies de macroalgas vermelhas abundantes em cada praia?
- c) Quais são os factores que influenciam na diversidade, distribuição e abundância das macroalgas vermelhas?

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Diversidade das macroalgas em Moçambique

A variedade de espécies das macroalgas vermelhas é ampla. A linha da costa de Moçambique tem cerca de 2700 km e tem um ecossistema muito diversificado, com praias arenosas, dunas costeiras, recifes de corais, estuários, baías, florestas e pântanos de mangal e tapetes de ervas marinhas. As macroalgas estimadas são de 3000 toneladas por ano, com as espécies de macroalgas vermelhas sendo a minoria. Nos estudos existentes, mostram que aproximadamente 168 espécies de macroalgas vermelhas foram encontradas na costa Moçambicana, do Sul ao Norte (Critchley *et al.*, 1997; Carvalho & Bandeira, 2005).

As macroalgas vermelhas são usadas em uma variedade de sectores, incluindo alimentos, cosméticos e farmacêuticos. *Kappaphycus alvarezii* e *Eucheuma spp.* são duas das macroalgas vermelhas mais cultivadas e utilizadas. Elas são usadas como materiais para a extração de carragenana, um coloide amplamente utilizado em vários sectores da indústria. Outras macroalgas vermelhas notáveis incluem *Saccharina japonica* (como kombu), *Gracilaria spp.* (usada para extrair agar) e *Undaria pinnatifida*, *Pyropia tenera* e *P. yezoensis* (usadas na cozinha japonesa).

Além disso, estudos têm sido realizados para caracterizar a diversidade das macroalgas vermelhas em diferentes regiões. Vários estudos mostram a existência dos três tipos de macroalgas (Figura 1), por exemplo, Critchley *et al.* (1997), relatou que existiam 205 espécies de macroalgas compreendendo 64 Chlorophyta, 23 Phaeophytas e 118 Rhodophytas na Ilha de Inhaca, Sul de Moçambique. Carvalho e Bandeira (2003) encontraram 101 espécies dos tais 38 Chlorophytas, 25 Phaeophytas e 38 Rhodophytas no Arquipélago das Quirimbas, norte de Moçambique e relatou que 27 deles eram novos recordes para o país. Massingue (2005), reportou 53 espécies compreendendo 24 Chlorophytas, 18 Phaeophytas e 12 espécies de Rhodophytas na província de Nampula, norte de Moçambique. Guiloviça (2007), determinou no seu trabalho que existiam 235 espécies de macroalgas, dos tais 76 Chlorophytas, 37 Phaeophytas e 122 Rhodophytas nas zonas norte e sul do país.

Ainda no mesmo ano, Machanguana (2022) reportou no seu trabalho que existiam espécies pertencentes aos géneros de interesse deste (*Sargassum*, *Dictyota*, *Padina*, *Halimeda* e *Caulerpa*), a zona costeira de Chongoene apresentou 16 espécies, sendo o género *Sargassum* predominante

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

com 87.5% de indivíduos, a Ilha de Inhaca apresentou 15 espécies, sendo o género predominante o *Caulerpa* com 72.08% de indivíduos e a Ponta d'Ouro 11 espécies, sendo o género predominante o *Sargassum* com 44.17% de indivíduos.



Figura 1. Tipos de macroalgas existentes em Moçambique. (a) Algas verdes; (b) algas castanhas; (c) algas vermelhas (Fonte: <https://www.vidaativa.pt/macroalgas/>)

2.2. Abundância e Distribuição das macroalgas

O tipo de substrato, a exposição à luz solar, a presença de herbívoros e os problemas físicos e biológicos podem afetar a distribuição e a abundância das macroalgas vermelhas. Na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil, as comunidades de macroalgas líticas foram estudadas em seu espaço ecológico, fornecendo informações sobre a flora local e a distribuição desses organismos (De Almeida, 2010).

Algas crostosas e eretas de pequeno porte estão predominantes em áreas costeiras mais expostas a ondas e herbivoria, como na Praia da Conceição e na Ponta da Cajaba. Por outro lado, áreas como

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

Praia Vermelha, Ilha Comprida e Saco da Velha têm uma abundância maior de algas coriáceas do gênero *Sargassum spp.* (Figueredo *et al.*, 2004).

A temperatura da água pode estar ligada à distribuição das macroalgas. Em geral, as algas vermelhas aparecem mais próximas dos trópicos e as algas pardas aparecem mais em climas temperados (Ilha grande, 2015).

O tipo de substrato, a circulação da água e a disponibilidade de nutrientes podem também afetar a quantidade de macroalgas. O cultivo de macroalgas é ideal em solos grossos de areia ou material coralino-rochoso. No entanto, a presença de muitas algas ou outros vegetais marinhos podem competir com as algas cultivadas por nutrientes (Gia, 2013).

2.3. Zonação e parâmetros ambientais

Diversos parâmetros ambientais, incluindo exposição à luz solar, salinidade, temperatura, circulação da água e composição do substrato, influenciam a zonagem das macroalgas vermelhas. A zonação é a distribuição diferencial das espécies ao longo de uma linha vertical na praia, segundo um gradiente de condições ambientais. Isso é um processo facilmente observável em praias rochosas. A preferência de cada espécie por condições específicas, que resulta em diferentes zonas de ocorrência, está relacionada à distribuição das macroalgas em faixas horizontais. Por exemplo, onde as condições ambientais favorecem a sobrevivência das algas vermelhas, elas podem ser mais comuns (Tavares, 2014).

A distribuição das macroalgas vermelhas em relação a esses parâmetros foi observada em estudos realizados em várias áreas costeiras. A presença de compostos secundários nas macroalgas também pode afetar as interações com herbívoros e a distribuição das espécies ao longo da zonação.



Figura 2. Zona intertidal (Fonte: Tavares, 2014)

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

A zona intertidal rochosa tem sido utilizada como um laboratório natural para avaliar as relações entre factores abióticos, interações bióticas e padrões ecológicos das macroalgas (Helmuth *et al.* 2006). Nelas se distinguem três áreas, nomeadamente: franja supralitoral, franja médiolitoral e franja infralitoral (Figura 3). Na franja supralitoral, correspondente ao nível mais elevado da praia onde dominam os líquenes incrustantes, cianobactérias e pequenos gastrópodes. Enquanto na franja médiolitoral, que é a mais extensa da praia, é ocupada principalmente por organismos filtradores, bivalves e cirrípedes – como os mexilhões e as cracas. Por fim, a franja infralitoral que corresponde ao nível mais baixo da praia, dominam as algas vermelhas, organismos da família Asteroidea (estrelas-do-mar e ofiurídeos) e grandes algas castanhas (Tavares, 2014). Mais tarde, Lewis (1964) criou uma classificação alternativa a estes três níveis da praia, denominando-os como franja litoral, eulitoral e sublitoral (corresponde à franja supralitoral, médiolitoral e infralitoral respetivamente).

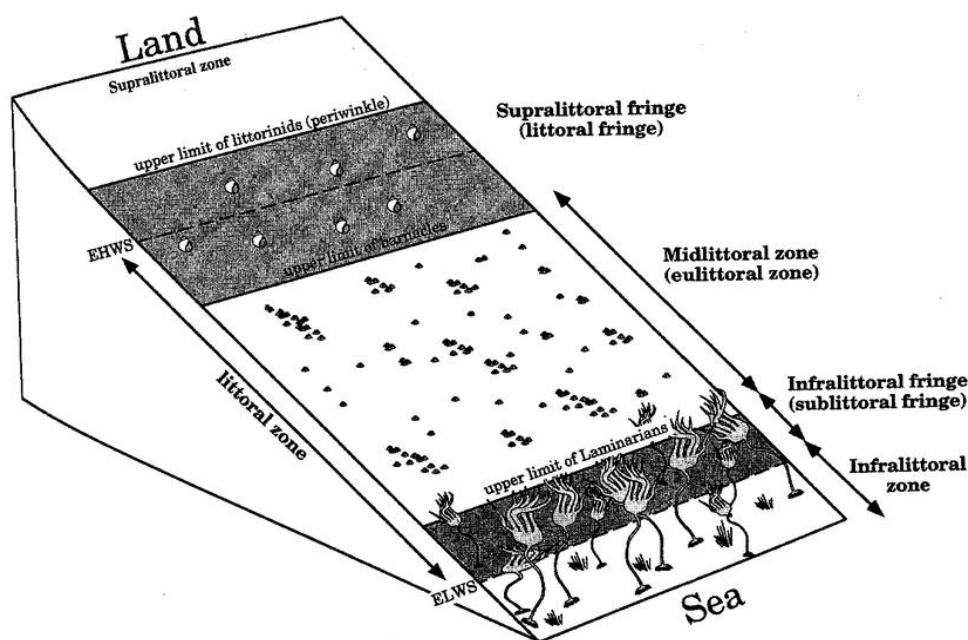


Figura 3. Esquema das áreas de zonação (Lewis, 1964)

Cada uma destas áreas tem uma fronteira instável; ela muda de acordo com a mudança de marés, ciclos lunares, forças astronómicas e ocasionalmente tempestades (Couto, 2003).

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

A distribuição espacial e temporal das comunidades de macroalgas em praias rochosas não é homogênea, como consequência da intensidade luminosa, salinidade, disponibilidade de substrato e movimento da água (Lüning, 2000; Piazzini *et al.*, 2002). As espécies no nível inferior da praia são mais sensíveis e, portanto, só sobrevivem ao ar por um curto período de tempo. As espécies no nível superior da praia, por outro lado, tendem a ser efêmeras ou formar uma pequena turfa.

2.4. Divisão Rhodophyta

A Divisão Rhodophyta, também conhecida como macroalgas vermelhas, é um grupo de organismos eucariontes que possui clorofila a e d, ficobilinas, xantofilas e carotenos, além de reservar amido. Suas células podem ser unicelulares ou multicelulares e têm duas paredes celulares. Eles também podem ter formas filamentosas ou parenquimatosas. Algumas espécies de algas vermelhas medem menos de dois metros de comprimento, enquanto outras são extremamente diversas (Yoon *et al.*, 2017).

A produção de monósporos, que germinam formando um talo semelhante à geração anterior, ou a fragmentação vegetativa do talo, pode assegurar a reprodução de Rhodophyta. Os flagelos dos gametas das algas vermelhas impedem a fecundação na reprodução sexuada. Uma maneira de resolver esse problema é que o gameta feminino, que fica preso ao talo, tem um prolongamento livre chamado tricógine. Isso aumenta a probabilidade de que um gameta masculino entre em contacto com sua superfície, o que resulta na fecundação. As algas vermelhas também têm a capacidade de apresentar ciclos de vida trifásicos: uma geração gametofítica (produtora de gametas) de vida livre e duas gerações esporofíticas (produtoras de esporos), sendo a primeira de vida livre e a segunda dependente da nutrição do gametófito (Neves, 2017). Além disso, certas algas vermelhas têm a capacidade de se tornar endossimbiontes, ou seja, vivem dentro de outros protistas não fotossintéticos e produzem seus cloroplastos.

A celulose, o agar e o carragenano compõem a parede celular das algas vermelhas. Algumas espécies também podem depositar carbonato de cálcio nas paredes celulares, tornando o talo esbranquiçado. O amido das florídeas, que fica armazenado no citoplasma, é o produto de reserva das Rhodophyta.

A capacidade das algas vermelhas de absorver a luz azul lhes permite sobreviver em profundidades maiores do que outras algas. Esse é o motivo pelo qual as algas vermelhas são encontradas

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

principalmente em ambientes marinhos. A quantidade relativa de cada tipo de pigmento fotossintético varia de acordo com as condições de luz das algas. Algumas espécies de Rhodophyta são usadas na cozinha, como a alga nori, que é usada para fazer sushi e é rica em vitamina C.



Figura 4. Aspecto do talo de algas vermelhas (Fonte: Daniel Poloha / Shutterstock.com)

As algas vermelhas podem ser encontradas em muitos ambientes diferentes – marinhos, de água doce e terrestre. A maioria das algas vermelhas pertencem às Florideophyceae, que são em grande parte multicelulares e quase todos habitam habitats marinhos. Algumas espécies estendem-se em ambientes estuarinos e algumas são exclusivamente de água doce, por exemplo, membros dos Batrachospermales (Yoon *et al.*, 2017).

De acordo com a classificação proposta por Yoon *et al.* (2017), Florideophyceae, Bangiophyceae, Rhodellophyceae, Porphyridiophyceae, Stylonematophyceae, Compsopogonophyceae e Cyanidiophyceae, são referidos 500-600 gêneros e 5.000-5.500 espécies distribuídas de algas vermelhas.

2.5. Importância e aplicação de macroalgas

As algas vermelhas desempenham um papel vital em ecossistemas próximos à costa, embora raramente formem copas nas comunidades submarés. As macroalgas constituem uma parte importante dos produtores primários, pois para além de produzir grandes quantidades de oxigénio, as algas também produzem carbono, que faz parte do ciclo de nutrientes marinhos (Luning. 1990

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

citado por Muianga, 2005). As grandes áreas de vegetação costeira, além disso, funcionam como importantes áreas de forrageamento e crescimento para várias espécies de animais (Green e Short, 2003). Elas possuem uma variedade de usos em várias áreas do mundo. Elas podem ser usadas (Brites, s/d; Goncalves, s/d):

- a) **A indústria de alimentos:** A maioria das nações orientais usa macroalgas vermelhas na cozinha. Por exemplo, uma macroalga vermelha muito usada na preparação de sushi é o nori. Além disso, as algas vermelhas são usadas em vários pratos, como sopas, molhos e carnes, pois fornecem proteínas, vitaminas e sais minerais.
- b) **Indústria Farmacêutica:** Algumas substâncias derivadas das macroalgas vermelhas são usadas na indústria de medicamentos. Os carragenanos que estão presentes nas paredes celulares dessas macroalgas são usados na fabricação de medicamentos e cosméticos.
- c) **Indústria Química:** O gar, também chamado de gar-gar, é uma substância gelatinosa extraída das macroalgas vermelhas. Ele é usado em uma variedade de setores, incluindo meios de cultura, emulsificantes, clarificantes de tintas, cosméticos, laticínios e outros alimentos.
- d) **Fertilizantes:** Devido à sua alta concentração de nitrogênio e potássio, as macroalgas vermelhas também são utilizadas como fertilizantes. Além disso, é possível que eles ajudem na correção do pH do solo.
- e) **Importância Ecológica:** As macroalgas vermelhas ajudam a preservar a vida nos ecossistemas aquáticos. Devido à sua fotossíntese, elas produzem muito oxigênio e são uma fonte natural de alimento para peixes e outros animais aquáticos.

Além disso Seo *et al.* (2010), nos seus estudos, descobriram que os filamentos rizoidais podem ser usados como matéria-prima para a fabricação de papel. Quando comparadas à celulose, as folhas manuais de polpa de *Gelidium* apresentavam valores de Bekk muito altos, que são essenciais para impressões de alto valor papel.

Economicamente, as algas vermelhas têm um papel importante na aquicultura de algas marinhas, que representam cerca de 33% do peso colhido e quase 50% do valor, que em 2012 era de cerca de 6,4 mil milhões de dólares (FAO, 2014). Mais de 5 milhões de toneladas de algas marinhas foram colhidas por *Eucheuma spp.*, incluindo *Kappaphycus*, *Gracilaria* 2,7 toneladas e *Porphyra*

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

spp., incluindo *Pyropia*, cerca de 1,8 milhão de toneladas. A partir da década de 1990, a produção de todas as espécies aumentou significativamente. Coreia, Japão, China, Indonésia e Filipinas são alguns dos países que mais produzem, com a Malásia e Zanzibar produzindo menos. Buchholz *et al.* (2012) resume vários métodos de cultivo de algas vermelhas cultivadas, incluindo aquicultura multitrófica integrada e métodos de monocultura. Além disso, as algas são usadas na produção de ração para gado, na produção de extratos polisacarídicos como: ágar, alginatos e caragininina, úteis na medicina, indústrias alimentar, têxtil e de borracha, no confeccionamento de fertilizantes para a agricultura (Silva, 2010).

As macroalgas também são de grande importância para o homem e animais podendo ser usadas como alimento (homem e animais), na indústria farmacêutica e cosmética, e na agricultura. As macroalgas podem ser utilizadas como outros vegetais, sendo igualmente ou até mais versáteis. As hortaliças marinhas, como são conhecidas, podem ser comercializadas e/ou consumidas de diversas formas, como frescas, secas, em flocos, farinha ou pó, ou incorporados em outros produtos alimentícios. Países como Islândia, França e Noruega costumam usá-los na nutrição de animais domésticos (Leandro *et al.*, 2020).

Essas são algumas das muitas maneiras pelas quais as algas vermelhas podem ser usadas e as espécies são importantes por causa de sua grande diversidade.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. Ilha de Inhaca

A ilha de Inhaca está situada a 32 km defronte da Cidade de Maputo no quadrante dos paralelos 25°57'49"S e 26°05'00"S e meridianos 32°53'00"E e 33°00'00"E, possuindo uma área total de cerca de 42 km², comprimento máximo de 13 km e largura de 6.5 km, estando separada do continente por um canal estreito designado de Golada de Santa Maria (Rebêlo *et al.*, 2013; Pereira e do Nascimento, 2016). A ilha é a maior das duas ilhas que formam o Arquipélago de Inhaca, sendo a outra, a Ilha dos Portugueses (Pereira e do Nascimento, 2016).

A forma física da Ilha de Inhaca, lembrando a letra N itálicizada, destaca três saliências – Ponta Ponduíne, Ponta Torres e Ponta Mazondué e uma reentrância ou enseada – Saco de Inhaca (Pereira e do Nascimento, 2016).

A ilha está povoada de forma desigual, com a maioria da população concentrada no Noroeste onde há terras baixas e com melhor capacidade agrícola. A população desta ilha vive da agricultura, exploração de recursos florestais (incluindo dos mangais) e da pesca (Rebêlo *et al.*, 2013; Pereira e do Nascimento, 2016).

As formações geológicas de Inhaca consistem de várias dunas e depósitos marinhos costeiros. Estas formações estabeleceram um relevo ondulado, com as formas convexas constituídas por dunas antigas e recentes (Pereira e do Nascimento, 2016). A ilha de Inhaca apresenta dois relevos alongados, com uma margem oriental, voltado ao Oceano Índico, e outro na ocidental, voltado à Baía de Maputo, apresentando ambos aproximadamente uma orientação de SSW-NNE e têm origem em cordões dunares. Entre eles na região central, dispõe-se um relevo mais ondulado e suave (Rebêlo *et al.*, 2013).

O clima de Inhaca é tropical húmido moderado, com as duas estações distintas: a estação fresca e seca que vai de Abril a Setembro e a outra, quente e húmida, de Outubro a Março. Os meses de Janeiro e Fevereiro são os mais quentes e chuvosos, com temperaturas de 26.3°C e 26.3°C e precipitação de 135.9 mm e 143.9 mm, respectivamente (Pereira e do Nascimento, 2016).

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

3.2. Ponta d'Ouro

A Ponta d'Ouro é uma pequena vila situada no distrito de Matutuine no extremo sul de Moçambique, fazendo fronteira com a província Sul-Africana de KwaZulu-Natal (Guiloviça, 2007; Rossini, 2022). Localiza-se a 26°84'S 32°89'E no topo de dunas de areia baixa com vista para o leste do Oceano Índico (Jury, 2015).

A linha da costa consiste principalmente de praias arenosas, interferidas ocasionalmente por cabos. A terra ao redor é arenosa tendo pouco conteúdo orgânico para a produção agrícola, limitando assim a capacidade agrícola e consequentemente as comunidades vivem de produtos importados na sua maioria (Guiloviça, 2007; Jury, 2015).

O clima predominante é subtropical quente, sendo a temperatura e composição da água marítima determinadas directamente pela corrente nortenha das Agulhas e indirectamente pela natureza da linha da costa. Não há rios nem estuários na Ponta d'Ouro, assim, o rio Maputo é o mais próximo na parte norte, e na parte sul o estuário e o rio da baía Kosi (Guiloviça, 2007; Jury, 2015).

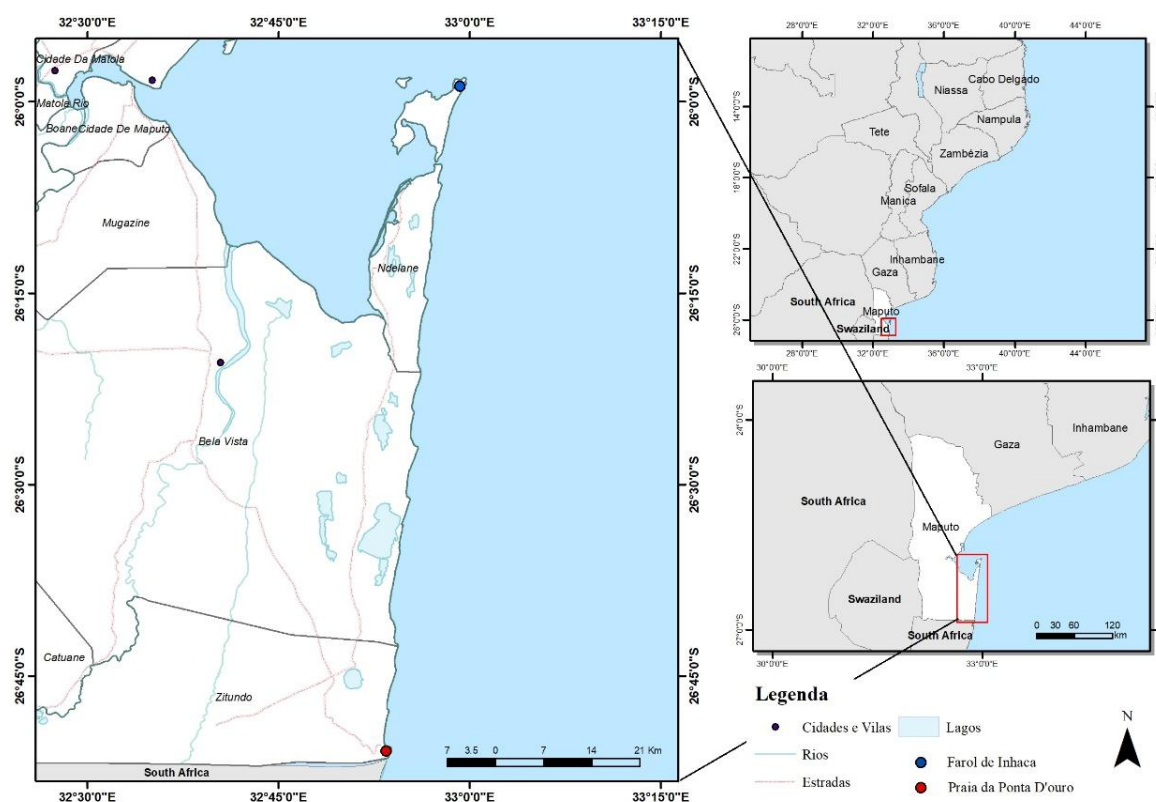


Figura 5. Localização das áreas de estudo. Fonte: Adaptado pela autora

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material de Campo

- Baldes plásticos;
- Bloco de anotações;
- Etiquetas de cartolinas;
- Folhas de jornal;
- Facas;
- Lápis/canetas;
- Manuais de identificação;
- Máquina fotográfica;
- Papel A4;
- Papel absorvente;
- Papel vegetal;
- Quadricula;
- Sacos plásticos ziplocks.

4.2. Material laboratorial

- Balança Analítica
- Congelador
- Estufas
- Placa de Petri

4.3. Procedimento

4.3.1. Colheita de amostras

As amostras foram coletadas em 2022, nos meses de Maio e Setembro, nas praias do Farol (Ilha de Inhaca) e de Ponta d'Ouro, em áreas de zona entre-marés, durante o período diurno e em maré viva, com níveis de maré entre 0,6 e 0,8 m na praia do Farol e entre 0,7 e 0,9 m na praia de Ponta d'Ouro. A área de amostragem foi predeterminada pelo nível da maré, e transeptos foram traçados perpendicularmente à linha de costa, com intervalos de 10 a 15 m entre si.

Ao longo de cada transepto, foram alocadas quadriculas de 25 x 25 cm (0,25 m²) em intervalos de 1 a 2 m. Em cada quadricula, as amostras de macroalgas foram colhidas cuidadosamente com uma faca para preservar os talos, sendo inicialmente armazenadas em um balde plástico com água do mar para manter a integridade até a identificação (Figura 6). Algumas amostras foram também transferidas para sacos plásticos ziplocks identificados e conservadas em baldes com gelo,

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

posteriormente, foram mantidas a frio em um congelador no Laboratório de Ecologia Marinha e Aquática do Departamento de Ciências Biológicas, para confirmação da identificação e determinação do peso seco da biomassa.

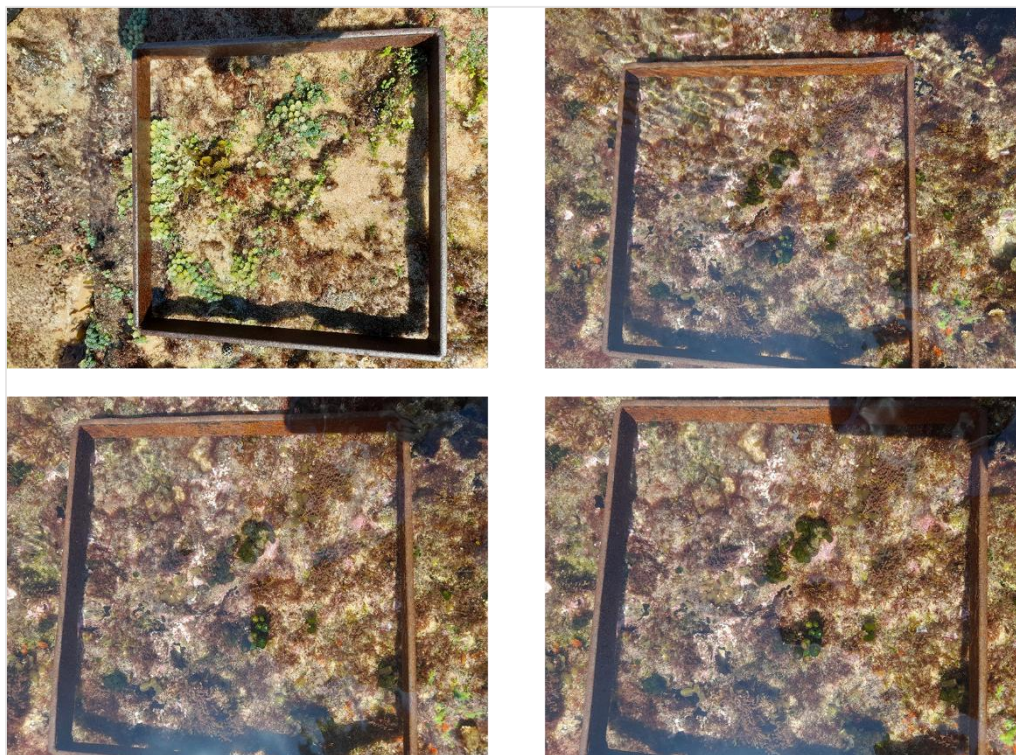


Figura 6. Procedimento de amostragem das macroalgas vermelhas

4.3.2. Tratamento laboratorial

As amostras de macroalgas conservadas a frio no congelador do Laboratório de Ecologia Marinha e Aquática do Departamento de Ciências Biológicas foram transferidas para o laboratório do Departamento de Química. As amostras foram colocadas em papel alumínio e levadas à estufa a 70°C por 72 horas. Em seguida, foram removidas e colocadas no dessecador por cerca de 1 hora para estabilização da temperatura. O peso seco da biomassa foi então determinado em balança digital, com precisão de três casas decimais.

4.3.3. Identificação e Diversidade de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

Todas as quadrículas foram fotografadas, e as macroalgas vermelhas presentes foram observadas e identificadas até o menor nível taxonômico possível. A identificação foi realizada com o auxílio

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

de bibliografia especializada, utilizando a observação direta das características morfológicas, conforme descrito em manuais de identificação de espécies de macroalgas.

4.3.4. Percentagem de cobertura de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

A percentagem de cobertura das espécies, por quadrícula, foi estimada visualmente utilizando o método de quadrícula de 25 x 25 cm (0,25 m²), subdividida em quatro parcelas, cada uma representando 25% da área total. Para maior precisão, o software de análise de imagem foi utilizado na estimativa da cobertura. A percentagem de cobertura para o local de amostragem foi então calculada como a média das percentagens de cobertura de todas as quadrículas.

4.4. Análise de dados

Os dados obtidos foram organizados em uma planilha no Microsoft Excel 2013. Em seguida, utilizou-se o pacote estatístico *Ecological Methodology*, versão 5.1, para calcular os índices de diversidade das macroalgas vermelhas (descritos na secção 4.4.1.) e o índice de similaridade (descrito na secção 4.4.2.). Esses cálculos permitiram avaliar o nível de semelhança das comunidades de macroalgas vermelhas entre as duas áreas de estudo.

4.4.1. Índice de diversidade

Para o cálculo da diversidade de macroalgas, utilizou-se o índice Shannon-Weiner. Este índice leva em conta a abundância e a uniformidade de diferentes espécies numa determinada área.

É calculado de acordo com:

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln(p_i) = \ln \left(\frac{1}{\prod_{i=1}^R p_i^{p_i}} \right)$$

Onde:

H' = índice Shannon-Weiner

p_i = proporção de indivíduos que pertencem à espécie;

R e i = número de espécies na amostra.

Interpretação: Quanto mais desigual a abundância de espécies, maior é a média geométrica ponderada dos valores de p_i, menor é o índice. Se a abundância for principalmente concentrada em uma espécie, o índice será próximo de zero.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

4.4.2. Índice de Similaridade

Existem também índices que comparam a similaridade (e a dissimilaridade) entre os sítios (Figura 7). A similaridade de macroalgas vermelhas será dada pelo coeficiente de Jaccard, que é a proporção de espécies da lista total das duas áreas, que é comum a ambas as áreas. É usado com dados qualitativos (Jaccard, 1912).

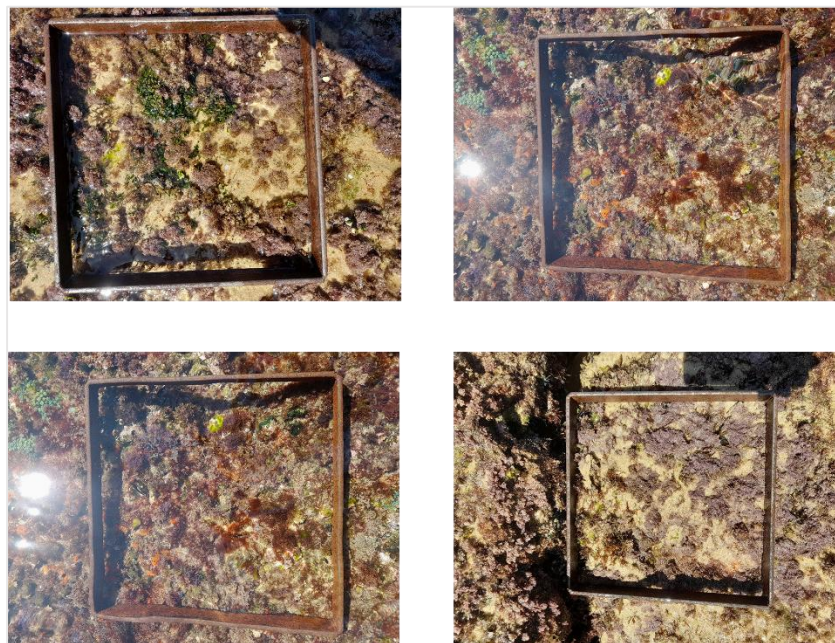


Figura 7. Similaridade de macroalgas vermelhas na Ilha de Inhaca (esquerda) e Ponta d'Ouro (direita)

Dado pela seguinte equação:

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

Onde:

SJ - índice de semelhança

c - Número de espécies compartilhadas entre os dois sítios

a e b - Números de espécimes únicos para cada sítio.

Interpretação: Quanto maior o valor, mais ecologicamente similares são os dois locais.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

4.4.3. Abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

A abundância de macroalgas vermelhas para os dois locais de amostragem, foi determinada usando a planilha Excel, a partir da fórmula:

Abundância = n° total de indivíduos por espécie/ área m².

**Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas
(Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca**

5. RESULTADOS

5.1. Identificação e Diversidade de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

Entre as 27 espécies de macroalgas vermelhas identificadas, a zona costeira da praia do Farol, na Ilha de Inhaca, apresentou 19 espécies, enquanto a zona costeira da praia de Ponta d'Ouro apresentou 17 espécies.

Tabela 1. Lista de espécies de macroalgas vermelhas que ocorrem nas praias do Farol da Ilha de Inhaca e Ponta d'Ouro

Local	Espécie	Praia do Farol na ilha de Inhaca	Praia da Ponta d'Ouro
1	<i>Amphiroa fragilissima</i>	+	+
2	<i>Carradoriella elongata</i>	+	+
3	<i>Champia compressa</i>	+	+
4	<i>Chondrus crispus</i>	+	+
5	<i>Corallina officinalis</i>	+	+
6	<i>Hypnea musciformis</i>	+	+
7	<i>Jania adhaerens</i>	+	+
8	<i>Laurencia obtusa</i>	+	+
9	<i>Laurencia pumila</i>	+	+
10	<i>Centroceras clavulatum</i>	-	+
11	<i>Ceramium sp.</i>	-	+
12	<i>Euthora cristata</i>	-	+
13	<i>Galaxaura rugosa</i>	-	+
14	<i>Gracilaria salicornia</i>	-	+
15	<i>Hypnea pannosa</i>	-	+
16	<i>Mychodea compressa</i>	-	+
17	<i>Pterocladia caespitosa</i>	-	+
18	<i>Acanthophora spicifera</i>	+	-
19	<i>Amphiroa beauvoisii</i>	+	-
20	<i>Dasya</i>	+	-
21	<i>Gelidiella acerosa</i>	+	-
22	<i>Gelidium pusillum</i>	+	-
23	<i>Hypnea rosea</i>	+	-
24	<i>Hypnea spicifera</i>	+	-
25	<i>Jania intermedia</i>	+	-
26	<i>Jania sp.</i>	+	-
27	<i>Laurencia natalensis</i>	+	-

Em relação à diversidade de espécies, a zona costeira da praia do Farol, na Ilha de Inhaca, apresentou 19 espécies de macroalgas vermelhas. Dessas, 6 pertencem à família *Corallinaceae*, 5

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

à família *Rhodomelaceae*, 3 à família *Cystocloniaceae* e uma espécie a cada uma das seguintes famílias: *Champiaceae*, *Delesseriaceae*, *Gelidiaceae*, *Gelidiellaceae* e *Gigartinaceae*.

Na zona costeira da praia de Ponta d'Ouro, foram identificadas 17 espécies de macroalgas vermelhas. Entre elas, 3 pertencem às famílias *Corallinaceae* e *Rhodomelaceae*, 2 às famílias *Ceramiaceae*, *Cystocloniaceae* e *Mychodeaceae*, e 1 espécie a cada uma das seguintes famílias: *Champiaceae*, *Galaxauraceae*, *Gigartinaceae*, *Kallymeniaceae* e *Pterocladaceae*.

A diversidade de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) variou entre as duas áreas estudadas, com valores de 3,42 para a praia do Farol, na Ilha de Inhaca, e de 3,7 para a praia de Ponta d'Ouro (Figura 8).

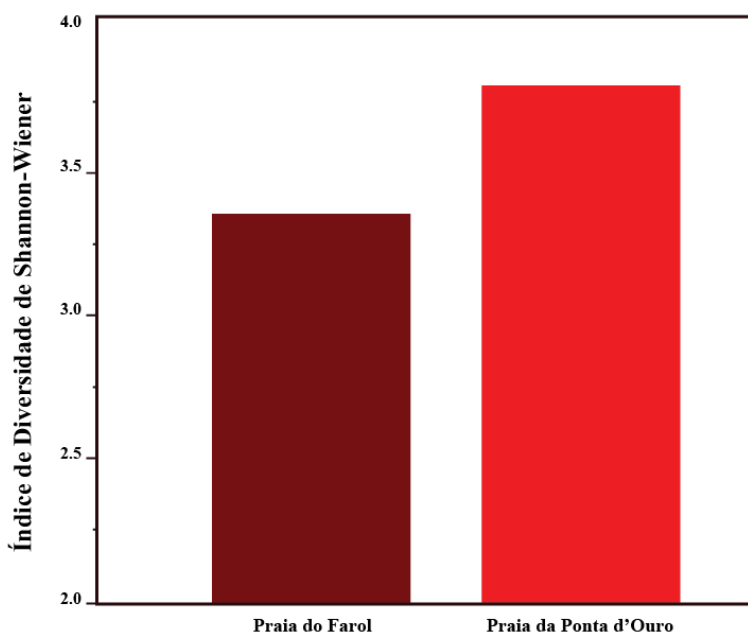


Figura 8. Diversidade das macroalgas vermelhas nas áreas de estudo

5.2. Percentagem de cobertura de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

Entre as espécies de macroalgas vermelhas encontradas na praia do Farol, na Ilha de Inhaca, *Hypnea musciformis* e *Jania intermedia* apresentaram as maiores percentagens de cobertura, com 35% e 31%, respectivamente. Por outro lado, *Acanthophora spicifera*, *Dasya sp.* e *Laurencia*

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

natalensis registaram as menores percentagens de cobertura, com 2%, 2% e 3%, respectivamente (Figura 9).

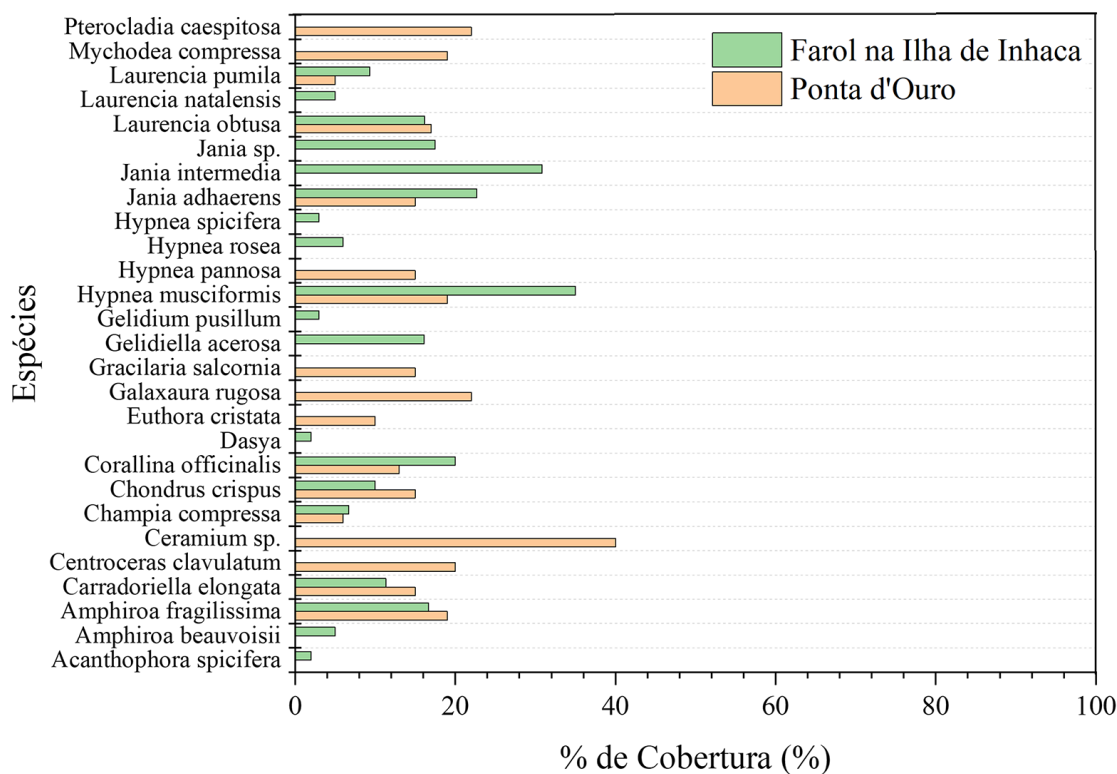


Figura 9. Percentagem de cobertura de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia do Farol da Ilha de Inhaca e do Ponta d'Ouro.

Conforme ilustrado na Figura 9, na praia de Ponta d'Ouro, *Ceramium sp.* apresentou a maior percentagem de cobertura, com 40%, seguida de *Galaxaura rugosa* e *Pterocladia caespitosa*, ambas com 21,67%. Em contraste, *Champia compressa* e *Laurencia pumila* apresentaram as menores percentagens de cobertura, com 5,67% e 5%, respectivamente.

5.3. Abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

Na praia de Ponta d'Ouro, a espécie de macroalga vermelha mais abundante foi *Centroceras clavulatum*, com 18 indivíduos/m², seguida por *Amphiroa fragilissima* (17 indivíduos/m²), *Hypnea musciformis* (14 indivíduos/m²), *Galaxaura rugosa* (12 indivíduos/m²), *Laurencia obtusa* e *Pterocladia caespitosa* (10 indivíduos/m² cada), *Mychodea compressa* (9 indivíduos/m²),

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

Chondrus crispus (7 indivíduos/m²), e *Jania adhaerens* (6 indivíduos/m²). Outras espécies, como *Gracilaria salicornia*, *Corallina officinalis* e *Hypnea pannosa*, apresentaram 4 indivíduos/m² cada. As espécies menos abundantes foram *Carradoriella elongata* (3 indivíduos/m²), *Ceramium sp.* e *Champia compressa* (2 indivíduos/m² cada), e *Euthora cristata* e *Laurencia pumila* com apenas 1 indivíduo/m² cada (Tabela 2).

Na praia do Farol, na Ilha de Inhaca, a espécie mais abundante foi *Jania adhaerens*, com 24 indivíduos/m², seguida por *Laurencia obtusa* (23 indivíduos/m²), *Hypnea musciformis* (21 indivíduos/m²), *Jania intermedia* e *Gelidiella acerosa* (15 indivíduos/m² cada), e *Carradoriella elongata* (8 indivíduos/m²). Espécies como *Champia compressa* (7 indivíduos/m²), *Jania sp.* (6 indivíduos/m²), e *Amphiroa fragilissima* (5 indivíduos/m²) também foram encontradas. As menos abundantes incluem *Laurencia pumila* (3 indivíduos/m²), *Hypnea rosea* e *Corallina officinalis* (2 indivíduos/m² cada), e, com apenas 1 indivíduo/m², *Acanthophora spicifera*, *Amphiroa beauvoisii*, *Chondrus crispus*, *Dasya sp.*, *Hypnea spicifera* e *Laurencia natalensis*.

Tabela 2. Abundância das macroalgas vermelhas (Rhodophyta) nas praias do Ponta d'Ouro e Farol da Ilha de Inhaca.

	Espécie	Praia do Farol na ilha de Inhaca	Praia da Ponta d'Ouro
1	<i>Amphiroa fragilissima</i>	5.22	17.23
2	<i>Carradoriella elongata</i>	8	2.87
3	<i>Champia compressa</i>	7.30	2.46
4	<i>Chondrus crispus</i>	1.04	6.56
5	<i>Corallina officinalis</i>	2.09	3.69
6	<i>Hypnea musciformis</i>	20.87	14.36
7	<i>Jania adhaerens</i>	23.65	5.74
8	<i>Laurencia obtusa</i>	9.85	23.30
9	<i>Laurencia pumila</i>	2.78	1.23
10	<i>Centroceras clavulatum</i>	-	18.46
11	<i>Ceramium sp.</i>	-	2.05
12	<i>Euthora cristata</i>	-	1.23
13	<i>Galaxaura rugosa</i>	-	11.89
14	<i>Gracilaria salicornia</i>	-	4.10
15	<i>Hypnea pannosa</i>	-	3.69
16	<i>Mychodea compressa</i>	-	9.44
17	<i>Pterocladia caespitosa</i>	-	9.85
18	<i>Acanthophora spicifera</i>	0.69	-

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

19	<i>Amphiroa beauvoisii</i>	0.69	-
20	<i>Dasya</i>	0.69	-
21	<i>Gelidiella acerosa</i>	14.61	-
22	<i>Gelidium pusillum</i>	1.39	-
23	<i>Hypnea rosea</i>	1.74	-
24	<i>Hypnea spicifera</i>	0.35	-
25	<i>Jania intermedia</i>	14.96	-
26	<i>Jania sp.</i>	6.26	-
27	<i>Laurencia natalensis</i>	0.69	-

5.4. Similaridade de espécies de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

Das 27 espécies de macroalgas vermelhas identificadas neste estudo, o coeficiente de Similaridade de Jaccard foi de 0,333, indicando uma baixa similaridade entre as duas áreas estudadas. Este índice sugere que as comunidades de macroalgas vermelhas presentes na praia do Farol, na Ilha de Inhaca, e na praia de Ponta d'Ouro diferem significativamente em composição de espécies.

Tabela 3. Coeficiente de Similaridade de Jaccard

Jaccard Coefficient	Praia da Ponta d'Ouro
Praia do Farol na ilha da Inhaca	0.333

5.5. Biomassa de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

Entre os locais de amostragem, foi observada uma diferença estatisticamente significativa na biomassa de macroalgas vermelhas entre as espécies analisadas (Figura 11), com valores de teste de ($t_{28} = 0.785$; $p = 0.439$). A biomassa média na praia do Farol, na Ilha de Inhaca, foi de $23,23 \pm 15,24$ g/m², enquanto na praia de Ponta d'Ouro foi de $20,23 \pm 7,79$ g/m². Esses resultados indicam uma similaridade na biomassa média de macroalgas vermelhas entre as duas áreas, apesar das diferenças na composição de espécies.

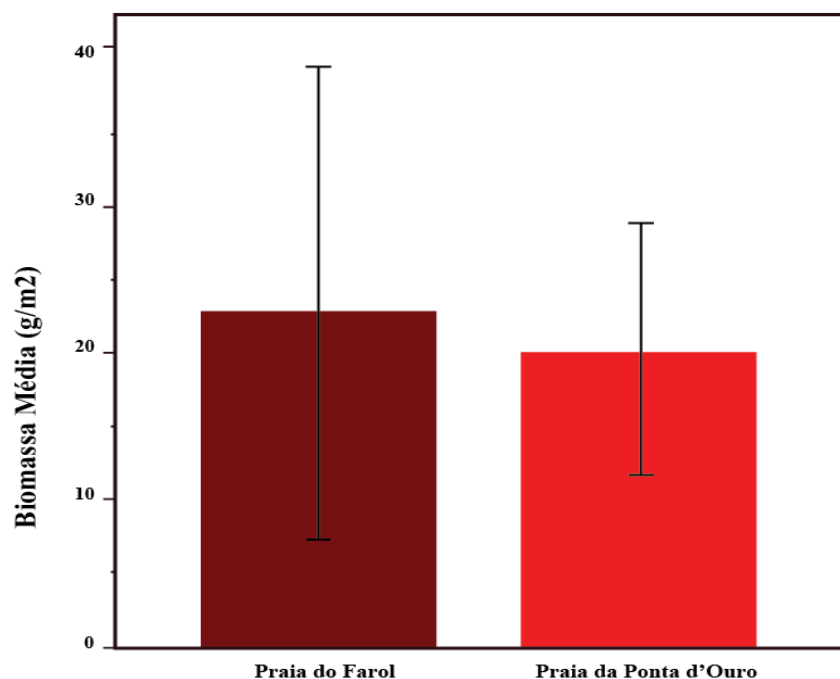


Figura 10. Biomassa média nos locais de estudo

5.6. Distribuição de macroalgas vermelhas no Farol na Ilha de Inhaca e Ponta d'Ouro

A análise do padrão de zonação revelou variações na distribuição das macroalgas vermelhas entre as áreas estudadas na Ilha de Inhaca e em Ponta d'Ouro.

Ilha de Inhaca:

- **Zona supralitoral:**
 - ✓ Na parte superior, houve baixa presença de macroalgas vermelhas, destacando-se *Acanthophora spicifera*.
 - ✓ Na parte inferior, foram observadas espécies como *Amphiroa beauvoisii*, *Amphiroa fragilissima* e *Chondrus crispus*.
- **Zona médiolitoral:**

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

- ✓ A parte superior registrou a maior diversidade de macroalgas vermelhas, com destaque para *Hypnea musciformis* e *Corallina officinalis*, além de espécies menos frequentes, como *Hypnea rosea*, *Dasya*, *Gelidiella acerosa* e *Gelidium pusillum*.
- ✓ Na parte inferior, nenhuma espécie de macroalga vermelha foi identificada.

- **Zona infralitoral:**

- ✓ Na parte superior, foram encontradas várias espécies de *Laurencia*, como *L. obtusa*, *L. pumila*, *L. natalensis*, além de *Jania sp.*, *Jania intermedia* e *Jania adhaerens*.
- ✓ Na parte inferior, foi registrada apenas a espécie *Champia compressa*.

Ponta d'Ouro:

- **Zona supralitoral:**

- ✓ Na parte superior, não houve registro de macroalgas vermelhas.
- ✓ Na parte inferior, observaram-se *Centroceras clavulatum*, *Amphiroa fragilissima* e *Chondrus crispus*.

- **Zona médiolitoral:**

- ✓ Na parte superior, a maioria das espécies encontradas coincide com as da Ilha de Inhaca, como *Hypnea musciformis* e *Corallina officinalis*. Outras espécies, como *Ceramium sp.*, *Euthora cristata*, *Gracilaria salicornia* e *Gelidium pusillum*, ocorreram em menor quantidade.
- ✓ Na parte inferior, assim como na Ilha de Inhaca, não houve registro de macroalgas vermelhas.

- **Zona infralitoral:**

- ✓ Na parte superior, foram observadas espécies de *Laurencia* (como *L. obtusa*, *L. pumila* e *L. natalensis*), além de *Pterocladia caespitosa* e *Jania adhaerens*.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

- ✓ Na parte inferior, destacaram-se *Galaxaura rugosa*, *Champia compressa* e algumas ocorrências de *Mychodea compressa*.

Esses dados refletem um padrão de zonação das macroalgas vermelhas específico para cada área, com variações na distribuição e presença de espécies entre a Ilha de Inhaca e Ponta d'Ouro (Figura 11a e 11b).

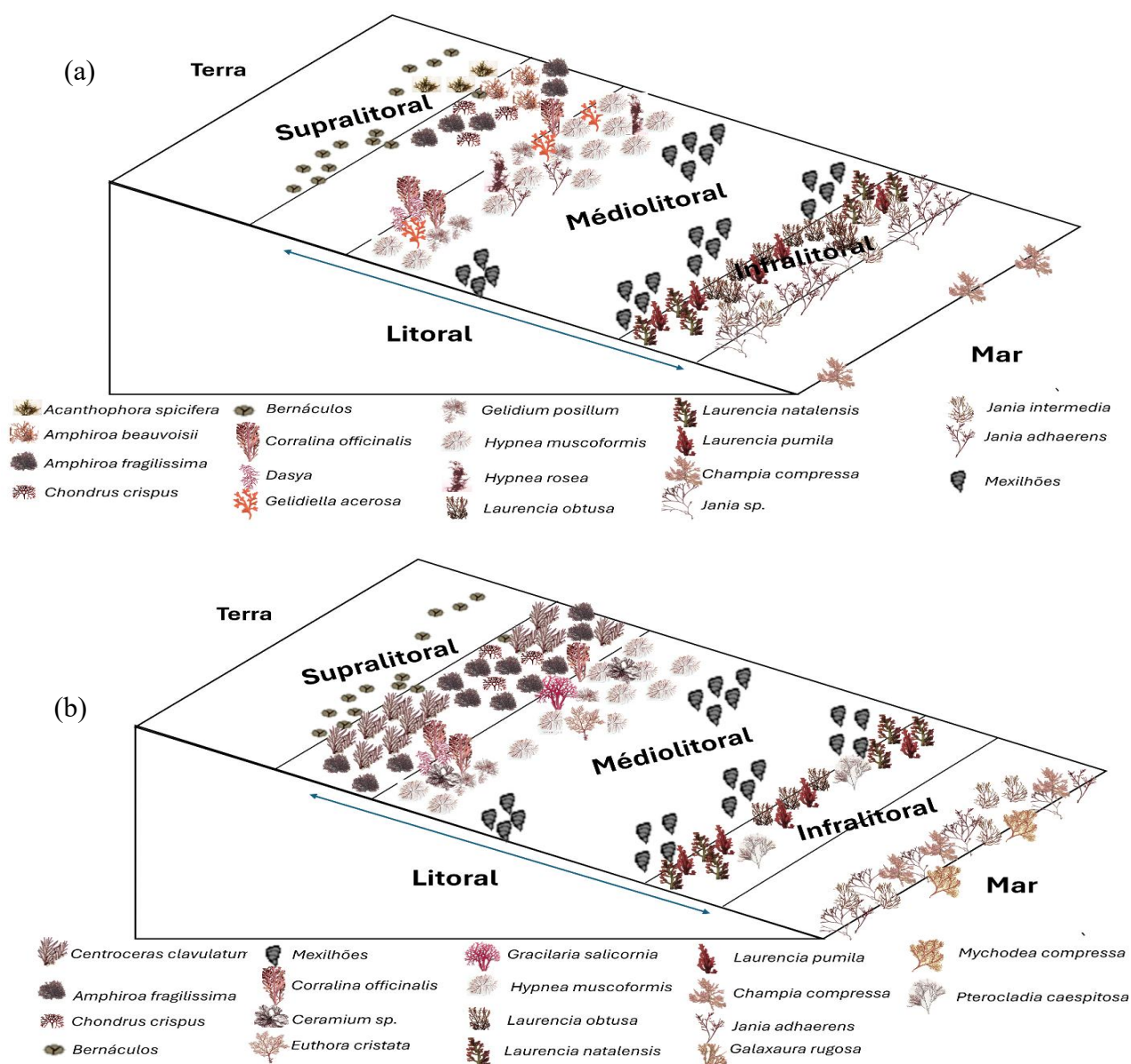


Figura 11. Distribuição das macroalgas vermelhas nas três zonação de marés rochosos em ambos locais de estudo. (a) Ilha de Inhaca; (b) Ponta d'Ouro. **Fonte:** Adaptado pela autora.

6. DISCUSSÃO

6.1. Identificação e Diversidade de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

Os estudos realizados na Ilha de Inhaca e em outras regiões costeiras de Moçambique revelam a diversidade e a abundância das macroalgas vermelhas (Rhodophyta) ao longo da costa. De acordo com pesquisas anteriores, Coppejans *et al.* (2002) identificaram 120 espécies de macroalgas vermelhas na Ilha de Inhaca, pertencentes a 73 famílias, enquanto Guiloviça (2007), ao estudar a zona norte e sul de Moçambique, incluindo a Ilha de Inhaca, Ponta d'Ouro e Pemba, identificou 122 espécies, sendo a família *Rhodomelaceae* a mais comum em todas as áreas estudadas.

Entretanto, o presente estudo encontrou apenas 27 espécies de macroalgas vermelhas em ambas as áreas de estudo, representando cerca de 22% das espécies registradas em Moçambique nos estudos mencionados. Esse número reduzido pode ser explicado por várias razões:

1. **Diferenças nos parâmetros ecológicos:** As condições ambientais ao longo da costa de Moçambique variam significativamente, o que pode afetar a distribuição e a diversidade das macroalgas vermelhas. Aspectos como a temperatura da água, nutrientes, salinidade e ação das ondas são variáveis importantes que influenciam a presença dessas algas.
2. **Métodos e materiais utilizados:** As técnicas de coleta e análise de dados variam entre os estudos, o que pode ter impactado a capacidade de detectar e identificar as espécies. Métodos como o uso de quadrículas, transeptos, e análise visual podem ser mais ou menos eficazes, dependendo do local e das condições ambientais.
3. **Características ambientais locais:** As condições ambientais específicas de cada local de estudo também desempenham um papel fundamental. A Ilha de Inhaca, por exemplo, apresenta características favoráveis ao desenvolvimento de macroalgas vermelhas, como um clima tropical húmido, presença de depósitos marinhos costeiros e mangais, que são habitats ideais para essas algas (Lee, 1999; Litter & Litter, 2003). Essas condições propiciam uma maior diversidade e abundância de espécies em comparação com a praia de Ponta d'Ouro, que pode ter condições ambientais menos favoráveis para o crescimento das macroalgas vermelhas.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

Em resumo, as diferenças nos resultados podem ser atribuídas a uma combinação de factores ecológicos, climáticos e metodológicos, que influenciam a diversidade e a distribuição das macroalgas vermelhas ao longo da costa de Moçambique.

6.2. Abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

O estudo de Kumari *et al.* (2023) sobre a distribuição e diversidade de macroalgas no sudoeste da costa de Kanyakumari, na Índia, revela a abundância de algumas espécies de macroalgas vermelhas, como *Amphiroa fragilissima*, *Laurencia obtusa* e *Hypnea musciformis*. As densidades registadas para essas espécies foram de 1.8, 1.0 e 1.27 indivíduos/m², respectivamente.

Essas mesmas espécies foram identificadas como as mais abundantes nos dois locais estudados em Moçambique (Ilha de Inhaca e Ponta d'Ouro), com densidades muito mais elevadas. Na Ilha de Inhaca, as densidades foram de 5.2, 23 e 21 indivíduos/m², enquanto na Ponta d'Ouro as densidades foram de 17, 10 e 14 indivíduos/m², respectivamente. A grande diferença nas densidades dessas espécies entre os dois locais pode ser atribuída a condições ambientais distintas nos dois países, apesar de ambos os estudos terem sido realizados em áreas costeiras.

As condições ambientais desempenham um papel fundamental na distribuição, abundância e diversidade das macroalgas vermelhas, e fatores como o gradiente de marés, o período de exposição ao sol, o tipo de substrato, e parâmetros químicos da água, como temperatura, salinidade e pH, variam entre diferentes regiões costeiras e impactam diretamente o crescimento e a distribuição das algas (Cecílio, 2012).

A diferença observada nos valores de densidade e cobertura de macroalgas vermelhas entre a Ilha de Inhaca e Ponta d'Ouro reflete as condições ambientais favoráveis da Ilha de Inhaca, como clima tropical húmido, substratos rochosos, e presença de mangais, que favorecem a maior diversidade e abundância de macroalgas. Esses fatores proporcionam um ambiente ideal para o desenvolvimento das espécies, explicando a maior densidade e cobertura de macroalgas vermelhas nesse local.

Por outro lado, Ponta d'Ouro apresenta um ambiente diferente, com características ecológicas que podem ser menos favoráveis para algumas dessas espécies, resultando em menor densidade e cobertura.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

Embora haja diferenças nas densidades entre os dois locais, as espécies comuns entre a Ilha de Inhaca e Ponta d'Ouro incluem: *Amphiroa fragilissima*, *Hypnea musciformis*, *Laurencia obtusa*, *Jania adhaerens*, *Corallina officinalis*, *Chondrus crispus*, *Champia compressa*, *Canadoriella elongata* e *Laurencia pumila*.

6.3. Biomassa de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

A biomassa média de macroalgas vermelhas na praia do Farol da Ilha do Inhaca e do na Ponta d'Ouro apresenta diferenças significativas. No Farol da Ilha do Inhaca, foi observada a maior quantidade de biomassa. Isso pode ser atribuído ao facto de que as condições do habitat, incluindo a presença de rochas, e os outros factores ambientais podem ser mais favoráveis ao desenvolvimento dessas macroalgas, o que resulta na maior abundância e diversidade dessas macroalgas na região. É possível que o Ponta d'Ouro tenha a maior exposição de macroalgas e o maior impacto das condições ambientais (temperatura, humidade) porque lá foi observada a menor quantidade de biomassa.

As plataformas mais expostas às ondas são mais afetadas, portanto, têm menor diversidade e biomassa de espécies do que as plataformas menos expostas às ondas. Isso ocorre porque o embate das ondas é um dos principais factores responsáveis pela mortalidade de organismos nas plataformas rochosas (Sidat, 2016).

6.4. Distribuição de macroalgas vermelhas (Rhodophyta)

As distribuições das espécies de macroalgas vermelhas caracterizam os padrões de zonação das praias rochosas. No presente trabalho, O padrão de distribuição das duas áreas de amostragens é diferente nas áreas de zonação. Isto é resultado de factores como exposição de ondas, temperatura e disponibilidade de nutrientes que influenciam a variabilidade desses padrões (Cecílio, 2012).

Round (1981) afirma que as poças rochosas têm uma série de características que permitem o desenvolvimento de uma maior diversidade de espécies de macroalgas vermelhas. A praia do Farol da Ilha de Inhaca tinha mais macroalgas vermelhas do que a praia do Ponta d'Ouro. Estas características incluem: as rochas circundantes protegem as áreas das ondas, a água é às vezes aquecida pela radiação solar e tem pouco hidrodinamismo, e as poças ocasionalmente acumulam detritos de plantas, prejudicando o crescimento das comunidades.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

A distribuição das macroalgas vermelhas nas costas rochosas é determinada pela zona intertidal, onde diferentes espécies de algas habitam níveis horizontais específicos de acordo com sua resistência às condições físicas e interações com outros organismos (Kokabi *et al.*, 2016; Pfaff e Nel, 2019; Centro de Ecologia, 2023).

Observando a plataforma rochosa das duas áreas, pode-se notar que a plataforma de Inhaca é extensa e tem um declive uniforme que tende para a área infralitoral. Isso não é visto na área costeira de Ponta d'Ouro, onde a plataforma é menos extensa e tem lagoas e fissuras causadas por elevações superficiais (Muinga, 2005), e aqui algumas espécies foram encontradas na plataforma arenosa. Os organismos nas áreas litorâneas não se distribuem uniformemente; em vez disso, suas adaptações os distribuem em faixas horizontais. Poderia haver uma espécie dominante em cada faixa porque essas faixas ocorrem perpendicularmente ao mar e são bastante distantes entre si (Coutinho e Zalmon, 2009).

No entanto, as macroalgas vermelhas são mais comuns e diversas nas zonas eulitoral inferior e superior (Marinho-Soriano, 2013). Isso porque os factores ambientais nessa região são mais estáveis. A profundidade máxima à qual eles podem sobreviver é determinada pela quantidade de luz que penetra na água. A latitude e a transparência da água também afectam essa profundidade.

7. CONCLUSÃO

Os resultados do estudo indicam que 27 espécies de macroalgas vermelhas foram identificadas, nas duas áreas de estudo, pertencentes a 19 gêneros e 13 famílias. Destas espécies identificadas 19 espécies (12 gêneros e 8 famílias) na praia do Farol da Ilha de Inhaca e 17 espécies (15 gêneros e 10 famílias) na praia da Ponta d'Ouro.

A praia do Farol da Ilha de Inhaca , foi o local que apresentou maior abundância das espécies de macroalgas vermelhas (136 indivíduos/m²) diferindo da praia da Ponta d'Ouro que apresentou 124 indivíduos/m².

As macroalgas vermelhas nas duas áreas foram encontradas nas zonas eulitoral inferior e superior, com uma boa distribuição, abundância e diversidade, refletindo as condições ecológicas adequadas para o crescimento dessas algas nessas zonas específicas.

8. RECOMENDAÇÕES

Em virtude dos elevados níveis de água e da ação das marés, alguns locais mostraram-se de difícil acesso durante as amostragens. Dessa forma, tanto no Farol da Ilha de Inhaca quanto na Ponta d'Ouro, sugere-se que os estudos sobre a distribuição, abundância e diversidade das macroalgas nessas áreas sejam conduzidos ao longo de períodos mais extensos, abrangendo as duas estações do ano, a fim de permitir uma análise mais abrangente e uma melhor compreensão dos dados em qualquer época do ano.

Ademais, recomenda-se a realização de estudos mais aprofundados sobre as medições dos parâmetros ambientais e sua relação com a diversidade e abundância das macroalgas. Tais investigações visam elucidar como a distribuição e a abundância das macroalgas variam com o aumento ou diminuição dos parâmetros ambientais.

Durante o desenvolvimento deste trabalho de investigação, algumas limitações foram identificadas, as quais serão destacadas a seguir:

Falta de equipamento adequado para identificação das macroalgas vermelhas: A ausência de equipamentos apropriados dificultou a identificação precisa das espécies, especialmente no caso de organismos morfológicamente semelhantes ou em estágios de desenvolvimento distintos.

Variação temporal na diversidade, distribuição e abundância das macroalgas: A diversidade e a distribuição das macroalgas podem sofrer variações ao longo do tempo, em virtude de fatores sazonais, mudanças ambientais e os ciclos biológicos das algas. Considerando que a coleta dos dados ocorreu em meses distintos, essa variação temporal pode ter impactado os resultados obtidos.

Ausência de dados estatísticos precisos: A carência de dados estatísticos robustos sobre a diversidade, distribuição e abundância das macroalgas vermelhas nos locais de estudo também representou um desafio significativo.

Para contornar essas limitações, a autora recorreu a técnicas consagradas e a referências bibliográficas de estudos similares, com o intuito de elaborar procedimentos adequados para a análise dos dados.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. António, C. M. e Bandeira, S. O. (2002). Seaweed Flora of Quirimbas Archipelago, Northern Mozambique, 6pp.
2. Bandeira, S. O., Silva, R.P, Paula, J., Macia, A., Hernroth, L., Guissamulo, A. T. e Gove, D. Z. (2002). Marine Biological Research in Mozambique: Past, Present and Future. *Ambio*, Vol. 31, No.7-8:606-609.
3. Bandeira, S.O. and Massingue, A.O. (2005). Distribution of Seagrasses common Seaweeds around Nampula province (northern Mozambique) with emphasis on Mozambique Island. *Western indian ocean J. mar. sci.* Vol.4, Nr 2, pp. 175-183.
4. Barry, J.P.; Baxter, C.H.; Sagarin, R.D.; Gilman, S.E. (1995). Climate-related, long-term faunal changes in a California rocky intertidal community. *Science*, 267: 672– 75.
5. Bosco, S. S. (2022). Avaliação da Diversidade, Abundância e Biomassa de Macroalgas Castanhas (Phaeophytas) na zona inter-maré do Farol de Inhaca e Praia de Ponta d'Ouro. Tese de licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo. Moçambique.
6. Brites, Allice D. (s/d). Algas (1) – A Importância ecológica e económica das algas. Uol. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/algas-1-a-importancia-ecologica-e-economica-das-algas.htm>
7. Buchholz, C. M., Krause, G., & Buck, B. H. (2012). Chapter 22. Seaweed and Man. In C. Wiencke & K. Bischof (Eds.), *Seaweed biology: Novel insights into ecophysiology, ecology and utilization* (pp. 471–493). Berlin/Heidelberg: Springer.
8. Carneiro, Marcella & Marinho-Soriano, Eliane. (2021). Macroalgas marinhas: biologia, ecologia e importância económica.
9. Carvalho, M. A & Bandeira, S. O. (2003). Algas Marinhas Flora do Arquipélago das Quirimbas, Norte de Moçambique. In: Chapman, ARO, Anderson, R. J, Vreeland, V. J & Davison, I.R. (eds) *Proceedings of the 17th International Seaweed Symposium*, Cape Town, 2001.pp319-324.
10. Centro de Ecologia. (2023). Link: <https://www.ecologycenter.us/population-dynamics-2/patterns-of-zonation-on-temperate-rocky-shores.html>

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

11. Chan, B.K.K.; Morritt, D.; Williams, G.A. (2001). The effect of salinity and recruitment on the distribution of *Tetraclita squamosa* and *Tetraclita japonica* (Cirripedia; Balanomorpha) in Hong Kong. *Marine Biology*, 138: 999– 1009.
12. Coppejans, E., F. Leliaert e T. Schils (2002). New records of marine benthic algae for the Mozambican coast, collected at Inhaca Island. *South African Journal of Botany*. 68: 342– 348.
13. Coutinho, R. e Zalmon, I. R. (2009). Os bentos de costões rochosos. In: Pereira, R.C., Soares-Gomes, A. (org). *Biologia Marinha*. 2. Ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciências. cap. 11, p.281-297.
14. Couto, R. F. P. (2003) Avaliação da estabilidade sazonal dos biótopos do intertidal rochoso da ilha de São Miguel (Açores). Relatório de estágio para a conclusão de licenciatura em Biologia-Ramo de Biologia Marinha. Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
15. Critchley, A.T., Aken, M.E., Bandeira, S.O. & Kalk, M. (1997). A list of Seaweeds from Inhaca Island, Mozambique. *S. Afri. J. Bot.* 63 (6): 426-435.
16. De Almeida, F. V. R. (2010). Flora e distribuição ecológica de comunidades de macroalgas lólicas de fragmentos florestais da região noroeste do estado de São Paulo. Tese de mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Brasil.
17. Della, A. P., B. Canestraro, S. Maciel (2018). VIII Botânica no Inverno. 275 pp. Departamento de Botânica – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
18. Delwiche, C. F. (2007). Algae in the warp and weave of life: bound by plastids. In *Unraveling the Algae: The Past, Present, and Future of Algal Systematics* (J. Brodie, and J. Lewis, eds.), pp. 7-20. Taylor and Francis Group LLC, Boca Raton, FL.
19. FAO. (2014). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2014*. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
20. Figueiredo, M. A. O., Barreto, M. B. B., & Reis, R. P. (2004). Caracterização das macroalgas nas comunidades marinhas da Área de Proteção Ambiental de Cairuçu, Parati, RJ: subsídios para futuros monitoramentos. *Brazilian Journal of Botany*, 27 (1), 11 –17. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000100002>
21. Gabrielson, P. W., Garbary, D. J., Sommerfeld, M. R., Townsend, R. A., & Tyler, P. L. (1990). Phylum Rhodophyta. In L. Margulis, J. O. Corliss, M. Melkonian, & D. J. Chapman (Eds.), *Handbook of protocista: The structure, cultivation, habitats and life histories of the eukayotic*

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

- microorganisms and their descendants exclusive of animals, plants and fungi (p. 914). Boston: Jones and Bartlett Publishers.
22. Garson, J. (1989). Marine natural products. Nat. Prod. Rep., 6, 143 – 170.
23. Gia. (2013). Macroalgas. Disponível em: <https://gia.org.br/portal/macroalgas-sistema-de-cultivo/>
24. Gilman, S.E.; Wetthey, D.S.; Helmuth, B. 2006. “Variation in the sensitivity of organismal body temperature to climate change over local and geographic scales”. Proceedings of the National Academy of Sciences (USA), 103: 9560– 9565.
25. Golikov, A. N., Dolgolenko, M. A., Maximovich, N. V., Scarlato, A. (1990). Theoretical approaches to marine biogeography. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol. 63: 289-301.
26. Gonçalves, Fabiana S. (s/d). Importância económica das algas. InfoEscola. Disponível em: <https://www.infoescola.com/biologia/importancia-economica-das-algas/>
27. Guiloviça, V. E. (2007). Estudo Sobre a Diversidade de Macroalgas, sua Caracterização, ilustração Taxonómica e Descrição dos seus Habitas nas Zonas Norte e Sul de Moçambique. Tese de Licenciatura. Maputo, Universidade Eduardo Mondlane
28. Guiry, M.D. and Guiry, G.M. (2015) Algae Base Version 4.2. World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
29. Helmuth, B. (1998). Intertidal mussel microclimates: Predicting the body temperature of a sessile invertebrate. Ecological Monographs. 68: 29– 52.
30. Helmuth, B.; Mieszkowska, N.; Moore, P.; Hawskins, S.J. (2006). Living on the edge of two changing worlds: forecasting the responses of rocky intertidal ecosystems to climate change. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 37: 423– 31.
31. Hillison, C.I. (1977). Seaweeds, a color-Coded, Illustrated Guide to Common Marine Plants of East Coast of the United States. Keystone Books, The Pennsylvania State University Press, pp. 1 – 5.
32. Hogueane, A. M. (2007). Perfil Diagnóstico da Zona Costeira de Moçambique. Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management, vol. 7 (1): 69-82.
33. Hurd, Catriona & Harrison, Paul & Bischof, Kai & Lobban, Christopher. (2014). Seaweed Ecology and Physiology. 10.1017/CBO9781139192637.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

34. Ilhagrande. (2015). Fazenda de Algas Marinhas - Ilha Grande - Angra dos Reis – RJ. Disponível em: <http://www.ilhagrande.org/pagina/fazenda-algas-marinhas-ilha-grande>
35. IPCC. (2007). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge.
36. Jacard, P. (1912). The Distribution of the Flora of the Alpine Zone. *New Phytologist* 11, pp. 37-50.
37. Jury, M. (2015). Coastal climate and beach dynamics at Ponta d'Ouro, Mozambique. *Scientific Research and Essays*. 10(1): 1-15.
38. Kędra, M., Renaud, P. E., Andrade, H., Goszczko, I., & Ambrose, W. G., Jr (2013). Benthic community structure, diversity, and productivity in the shallow Barents Sea bank (Svalbard Bank). *Marine biology*, 160 (4), 805 – 819. <https://doi.org/10.1007/s00227-012-2135-y>
39. Kenyon, J.; Hegerl, G.C. 2008. “The Influence of ENSO, NAO and NPI on global temperature extremes”. *Journal of Climate*, 21: 3872-3889.
40. Kim, Se-Kwon. (2012). *Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology*. John Wiley & Sons, Ltd. DOI: 10.1002/9781119977087.
41. Kokabi, M., Yousefzadi, M., Razaghi, M. *et al.* (2016). Zonation patterns, composition and diversity of macroalgal communities in the eastern coasts of Qeshm Island, Persian Gulf, Iran. *Mar Biodivers Rec* 9, 96. <https://doi.org/10.1186/s41200-016-0096-4>
42. Leandro, A., L. Pereira e A.M.M. Gonçalves (2020). Diverse Applications of Marine Macroalgae. *Marine Drugs*, 18 (17): 1-15. doi:10.3390/md18010017.
43. Lee, R.E., 1999. *Phycology*, third ed. Cambridge University Press, Cambridge, p. 614.
44. Lewis Jr (1964) *The ecology of rocky shores*, 1st ed. English Universities press, London Li Y, Lee SH, Le QT, Kim MM, Kim Sk (2008). Anti-allergic effects of phorotannins on histamine release via binding inhibition between IgE and Fc3RL. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 12073-12080.
45. Littler, D.S., Littler, M.M., 2003. *South Pacific Reef Plants*. Off- shore Graphics, Inc., Washington, D.C, p. 331.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

46. Lobban CS, Harrison PJ (1994) *Seaweed Ecology and Physiology*, 1st edn. Cambridge University Press, New York
47. Lüning K (2000) Environmental and internal control of seasonal growth in seaweeds. *Hydrobiologia* 260:1 – 14. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00048997>
48. Machanguana, A. D. E. (2020). Ocorrência e distribuição de Cinco géneros de macroalgas (Sargassum, Dictyota, Padina, Halimeda e Caulerpa) importantes na indústria farmacológica em três pontos da zona sul de Moçambique (Chongoene, Inhaca e Ponta d'Ouro). Tese de licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo. Moçambique.
49. Magurran, A.E. (1988) *Ecological Diversity and Its Measurement*, Princeton Univ. Press.
50. Marinho-Soariano, E., Fonseca, P. C, M. A. A and Moreira, W. S.C (2013). Seasonal Variation in the Chemical Composition of two tropical Seaweeds.
51. Massingue, Alice Obed. (2005). Diversidade e distribuição das ervas marinhas e macroalgas da Ilha de Moçambique à Nacala, província de Nampula. Tese de licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo. Moçambique.
52. Melo, R. F. da Silva. (2018). Avaliação da comunidade de macroalgas da praia rochosa de Belinho-Mar. Tese de Mestrado em Ecologia e Ambiente. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
53. Muianga, P.F. (2005). Caracterização da Macroflora Bentônica nas Plataformas Rochosas da Ilha de Inhaca e Ponta d'Ouro.
54. Neves, Adriana F. (2017). Ensino de biologia – módulo 4: Unidade 1 - Biodiversidade. Goiânia : Gráfica da UFG, Ebook, 135p. Disponível em: <https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/ensino-de-biologia/Mod4Cap2/conteudo/1-4.html>
55. Patarra, R. F., L. Paiva, A. I. Neto, E. Lima e J. Baptista (2011). Nutritional value of selected macroalgae. DOI:10.1007/s10811-010-9556-0
56. Pereira, I. J. J. e F. R. do Nascimento (2016). Avaliação dos recursos naturais na Ilha de Inhaca (Oceano Indico, Moçambique): Primeira Aproximação. ISSN: 1984-8501 Bol. Goia. Geogr., 2: 307-326.
57. Pfaff, M.C. e Nel, R. (2019). Intertidal Zonation, Encyclopedia of Ecology (Second Edition), Pages 97-107. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11184-4>.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

58. Piazzzi L, Pardi G, Balata D, Balata D, Cecchi E, Cinelli F (2002) Seasonal dynamics of a subtidal north-western Mediterranean macroalgal community in relation to depth and substrate inclination. *Botanica Marina* 45:243 – 252. doi: 10.1515/BOT.2002.023
59. Rebêlo, L. P., J. T. Oliveira e A. Sênvano (2013). Ilha da Inhaca: património natural a preservar. Maputo.
60. Root, T.L.; Price, J.T.; Schneider, S.H.; Rosenzweig, C.; Pounds, J.A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants”. *Nature*, 421: 57–60.
61. Rossini, S. M. (2022). Estudo piloto de tripanossomose em cães na região da Ponta d'Ouro e Machangulo, Moçambique. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa.
62. Seo, Y. B., Lee, Y. W., Lee, C. H., & You, H. C. (2010). Red algae and their use in papermaking. *Bioresource Technology*, 101 (7), 2549 – 2553.
63. Short, Frederick & Green, Ed. (2003). *World Atlas of Seagrasses*.
64. Silva, I.B. (2010). *Diversidade de Algas Marinhas*. 11pp. São Paulo, Instituto de Botânica
65. Simpson, E.H. (1949). Measurement of Diversity. *Nature* 163, p. 688.
66. Sørensen, T. (1948). A Method of Establishing Groups of Equal Amplitude in Plant Sociology Based on Similarity of Species Content, *Det. Kong. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr. (Copenhagen)* vol. 5, no. 4, pp. 1-34.
67. Spalding, H. L., G. M. Amado-Filho, R. G. Bahia, D. L. Ballantine, S. Fredericq, J. J. Leichter, W. A. Nelson, M. Slattery e R. T. Tsuda (2019). Macroalgae. *Mesophotic Coral Ecosystems*, DOI: 10.1007/978-3-319-92735-0_29
68. Spalding, M. D. Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M., Halpern, B. S., Jorge, M. A., Lombana, Al, Lourie, S. A., Martin, K. D., Edmund McManus, Jennifer Molnar, Cheri A. Recchia, James Robertson. (2007). *Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas*, *BioScience*, Volume 57, Issue 7, Pages 573–583, <https://doi.org/10.1641/B570707>
69. Tavares, J. P.S. (2014). Caracterização de biótopos do intertidal rochoso e a sua aplicabilidade pedagógica. Dissertação de Mestrado da Universidade Aberta. Portugal.
70. Van Tongeren, O.F.R. (1995). Cluster Analysis, *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*, Eds. R.H.G. Jongman, C.J.F. Ter Braak, and O.F.R. van Tongeren, pp. 174-212.

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

71. Vasconcelos, Bárbara & Gonçalves, Alex Augusto. (2013). Macroalgas e seus usos – alternativas para as indústrias brasileiras. *Revista Verde*. 8. 125-140.
72. Wethey, D.S. (2002). Biogeography, competition, and microclimate: the barnacle *Chthamalus fragilis* in New England. *Integrative and Comparative Biology*, 42: 872– 880.
73. Yoon, H.S., W. Nelson, S. C. Lindstrom, S. M. Boo, C. Pueschel, H Qiu, e D. Bhattacharya (2017). Rhodophyta. *Handbook of the Protists*, DOI: 10.1007/978-3-319- 28149-0_33.

**Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas
(Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca**

10. ANEXOS

Índices de diversidade

=====

MEASURES OF SPECIES DIVERSITY
(Program DIVERS, Version 5.1)

* Índice de diversidade de Rhodophytas na praia do Farol na ilha de Inhaca

RAW DATA

SPECIES NO.	NO. OF INDIVIDUALS	PROPORTION OF SAMPLE
1	2.0	0.0051
2	2.0	0.0051
3	15.0	0.0383
4	23.0	0.0587
5	21.0	0.0536
6	3.0	0.0077
7	2.0	0.0051
8	42.0	0.1071
9	4.0	0.0102
10	60.0	0.1531
11	5.0	0.0128
12	1.0	0.0026
13	68.0	0.1735
14	18.0	0.0459
15	2.0	0.0051
16	67.0	0.1709
17	8.0	0.0204
18	6.0	0.0153
19	43.0	0.1097

Total No. of Individuals = 392.

=====

* SIMPSON'S DIVERSITY (1-D) = 0.885 (for finite population) (Eq. 12.29)

RECIPROCAL OF SIMPSON'S DIVERSITY (1/D) = 8.531 (N(2)) (Eq. 12.30)

** SHANNON-WIENER DIVERSITY (H') = 3.420 bits per individual (Eq. 12.31)

NO. OF EQUALLY COMMON SPECIES (N(1)) = 10.70 (Eq. 12.32)

*** BRILLOUIN'S DIVERSITY (H) = 3.290 bits per indiv. (Eq. 12.33)

EVENNESS MEASURES -

SIMPSON (1/D) MEASURE = 0.449 (Eq. 12.35)

CAMARGO E-prime MEASURE = 0.425 (Eq. 12.36)

SMITH AND WILSON Evar MEASURE = 0.316 (Eq. 12.37)

MODIFIED NEE et al. E(Q) MEASURE = 0.132 (Eq. 12.38)

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

** Índice de diversidade de Rhodophytas na praia do Farol na ilha de Inhaca **

MEASURES OF SPECIES DIVERSITY
(Program DIVERS, Version 5.1)

* Índice de diversidade de Rhodophytas na praia da Ponta d'Ouro
RAW DATA

SPECIES NO.	NO. OF INDIVIDUALS	PROPORTION OF SAMPLE
1	42.0	0.1382
2	7.0	0.0230
3	45.0	0.1480
4	5.0	0.0164
5	6.0	0.0197
6	16.0	0.0526
7	9.0	0.0296
8	3.0	0.0099
9	29.0	0.0954
10	10.0	0.0329
11	35.0	0.1151
12	9.0	0.0296
13	14.0	0.0461
14	24.0	0.0789
15	3.0	0.0099
16	23.0	0.0757
17	24.0	0.0789

Total No. of Individuals = 304.

* SIMPSON'S DIVERSITY (1-D) = 0.912 (for finite population) (Eq. 12.29)

RECIPROCAL OF SIMPSON'S DIVERSITY (1/D) = 11.031 (N(2)) (Eq. 12.30)

** SHANNON-WIENER DIVERSITY (H') = 3.702 bits per individual (Eq. 12.31)

NO. OF EQUALLY COMMON SPECIES (N(1)) = 13.01 (Eq. 12.32)

*** BRILLOUIN'S DIVERSITY (H) = 3.541 bits per indiv. (Eq. 12.33)

EVENNESS MEASURES -

SIMPSON (1/D) MEASURE = 0.649 (Eq. 12.35)

CAMARGO E-prime MEASURE = 0.593 (Eq. 12.36)

SMITH AND WILSON Evar MEASURE = 0.604 (Eq. 12.37)

MODIFIED NEE et al. E(Q) MEASURE = 0.207 (Eq. 12.38)

Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas (Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca

** Índice de diversidade de Rhodophytas na praia da Ponta d'Ouro **

=====

Coeficiente de Similaridade

=====

SIMILARITY INDICES FOR ECOLOGICAL DATA

(Program SIMILAR, Version 5.1)

** Coeficiente de Similaridade de Rhodophytas **

=====

BINARY SIMILARITY COEFFICIENTS

For Raw Data -

		Sample I	
		No. Spp. Present	No. Spp. Absent
Sample J	No. Spp. Present	9.	8.
	No. Spp. Absent	10.	18.

JACCARD COEFFICIENT = 0.333 (Eq. 11.1)

SORENSEN COEFFICIENT = 0.500 (Eq. 11.2)

SIMPLE MATCHING COEFFICIENT = 0.600 (Eq. 11.3)

BARONI-URBANI AND BUSER COEFFICIENT = 0.547 (Eq. 11.4)

=====

** Coeficiente de Similaridade de Rhodophytas **

Classificação taxonómica de espécies de macroalgas vermelhas que ocorrem nas praias do Farol da Ilha de Inhaca e Ponta de Ouro

Local	Divisão	Ordem	Família	Espécie
Praia da ponta do ouro	Rhodophyta	Corallinales	Corallinaceae	<i>Amphiroa fragilissima</i>
		Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Carradoriella elongata</i>
		Ceramiales	Ceramiaceae	<i>Centroceras clavulatum</i>
		Ceramiales	Ceramiaceae	<i>Ceramium sp.</i>
		Rhodymeniales	Champiaceae	<i>Champia compressa</i>
		Gigartinales	Gigartinaceae	<i>Chondrus crispus</i>
		Corallinales	Corallinaceae	<i>Corallina officinalis</i>
		Gigartinales	Kallymeniaceae	<i>Euthora cristata</i>
		Nemaliales	Galaxauraceae	<i>Galaxaura rugosa</i>
		Gigartinales	Mychodeaceae	<i>Gracilaria salicornia</i>
		Gigartinales	Cystocloniaceae	<i>Hypnea musciformis</i>
		Gigartinales	Cystocloniaceae	<i>Hypnea pannosa</i>
		Corallinales	Corallinaceae	<i>Jania adhaerens</i>

**Estudo comparativo da diversidade, distribuição e abundância de macroalgas vermelhas
(Rhodophyta) na praia de Ponta d'Ouro e Praia do Farol na Ilha de Inhaca**

Praia do Farol na ilha de Inhaca	Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Laurencia obtusa</i>
	Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Laurencia pumila</i>
	Gigartinales	Mychodeaceae	<i>Mychodea compressa</i>
	Gelidiales	Pterocladaceae	<i>Pterocladia caespitosa</i>
	Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Acanthophora spicifera</i>
	Corallinales	Corallinaceae	<i>Amphiroa beauvoisii</i>
	Corallinales	Corallinaceae	<i>Amphiroa fragilissima</i>
	Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Carradoriella elongata</i>
	Rhodymeniales	Champiaceae	<i>Champia compressa</i>
	Gigartinales	Gigartinaceae	<i>Chondrus crispus</i>
	Corallinales	Corallinaceae	<i>Corallina officinalis</i>
	Ceramiales	Delesseriaceae	<i>Dasya sp.</i>
	Gelidiales	Gelidiellaceae	<i>Gelidiella acerosa</i>
	Gelidiales	Gelidiaceae	<i>Gelidium pusillum</i>
	Gigartinales	Cystocloniaceae	<i>Hypnea musciformis</i>
	Gigartinales	Cystocloniaceae	<i>Hypnea rosea</i>
	Gigartinales	Cystocloniaceae	<i>Hypnea spicifera</i>
	Corallinales	Corallinaceae	<i>Jania adhaerens</i>
	Corallinales	Corallinaceae	<i>Jania intermedia</i>
	Corallinales	Corallinaceae	<i>Jania sp.</i>
	Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Laurencia natalensis</i>
	Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Laurencia obtusa</i>
	Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Laurencia Pumila</i>