

Cultivo de novas espécies com potencial aplicação em aquacultura, biotecnologia e outras indústrias

Em alinhamento com as estratégias para o Algarve de fomentar os recursos endógenos da região, é importante divulgar o potencial de outras espécies marinhas. Na região algarvia existem várias unidades de produção de aquacultura em tanques de terra e/ou explorações de salicultura, as quais podem diversificar os seus produtos através do cultivo de novos organismos com elevado valor económico, ou futuro potencial económico. A produção destes organismos tem aplicações em várias áreas, como a biotecnologia, cosmética, nutracêutica e mercado gourmet.

Nesta ação serão disponibilizados conteúdos sobre cultivo da de várias espécies, nomeadamente: macroalgas (aplicações biotecnológicas -farmacêutica, cosmética, nutrição, bio-remediação); ouriços do mar (mercado gourmet, transformação); camarinha (mercado gourmet); tainha, o facto de ser uma espécie que se alimenta de produtos de origem vegetal poderá utilizar de uma forma mais eficiente sem recurso às farinhas e óleos de peixe (aquacultura, transformação).

VIII AÇÃO DE INTERAÇÃO - 29 de Maio de 2019

Cultivo de novas espécies com potencial aplicação em aquacultura, biotecnologia e outras indústrias

Local: EPPO – Estação Piloto de Piscicultura de Olhão

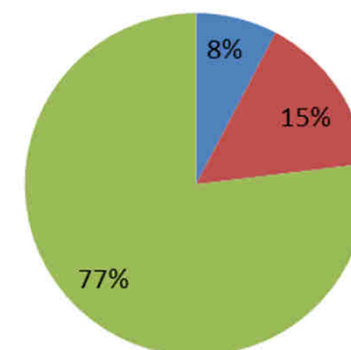
Horário	Programa
14:15 – 14:30	Recepção dos participantes
14:30 – 14:50	Cultivo de novas espécies com potencial aplicação em aquacultura, biotecnologia e outras indústrias <i>Narcisa Bandarra</i>
14:50 - 15:10	Potencial de utilização de macroalgas baseado na caracterização de nutrientes, contaminantes e em estudos de bioacessibilidade, casos de estudo. <i>Cláudia Afonso</i>
15:10 – 15:30	Avaliação do potencial em bioactividade antioxidante e anti-inflamatória de um conjunto representativo de micro- e macroalgas <i>Carlos Cardoso</i>
15:30 – 15:50	Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal <i>João Araújo & Ana Mendes</i>
15:50 – 16:15	Intervalo café
16:15 – 17:30	Prática: Indução da reprodução em ouriço-do-mar <i>João Araújo</i>

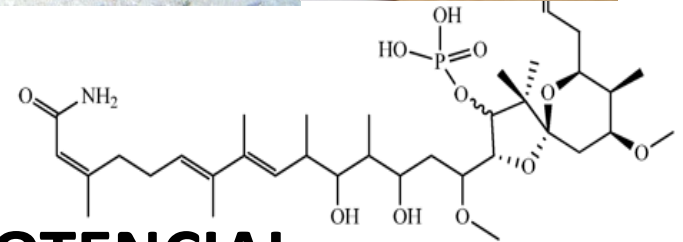
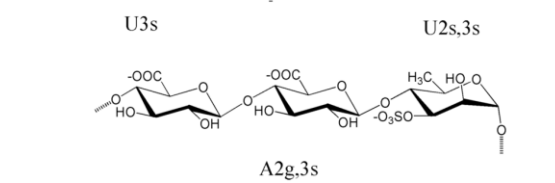
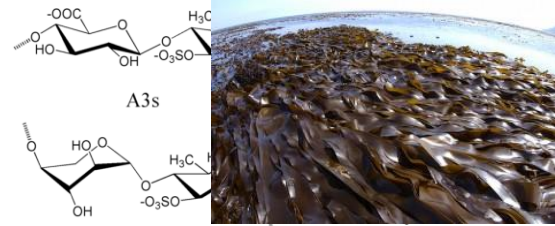
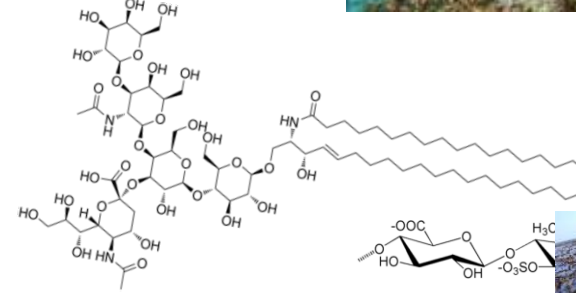
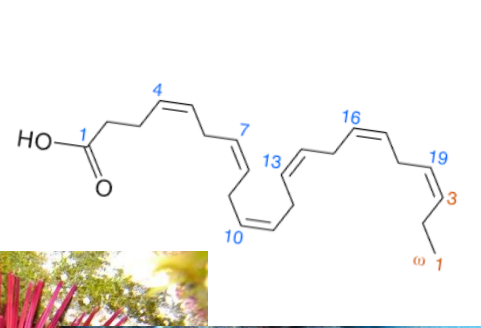


Total participantes acção: 26

Área actividade participantes

■ Outros ■ Empresa/sector ■ Investigação





CULTIVO DE NOVAS ESPÉCIES COM POTENCIAL APLICAÇÃO EM AQUACULTURA, BIOTECNOLOGIA E OUTRAS INDÚSTRIAS

Narcisa Bandarra

narcisa@ipma.pt

AQUATRANSFER_Aquacultura, Valorização dos Produtos Marinhos de Maio de 2019

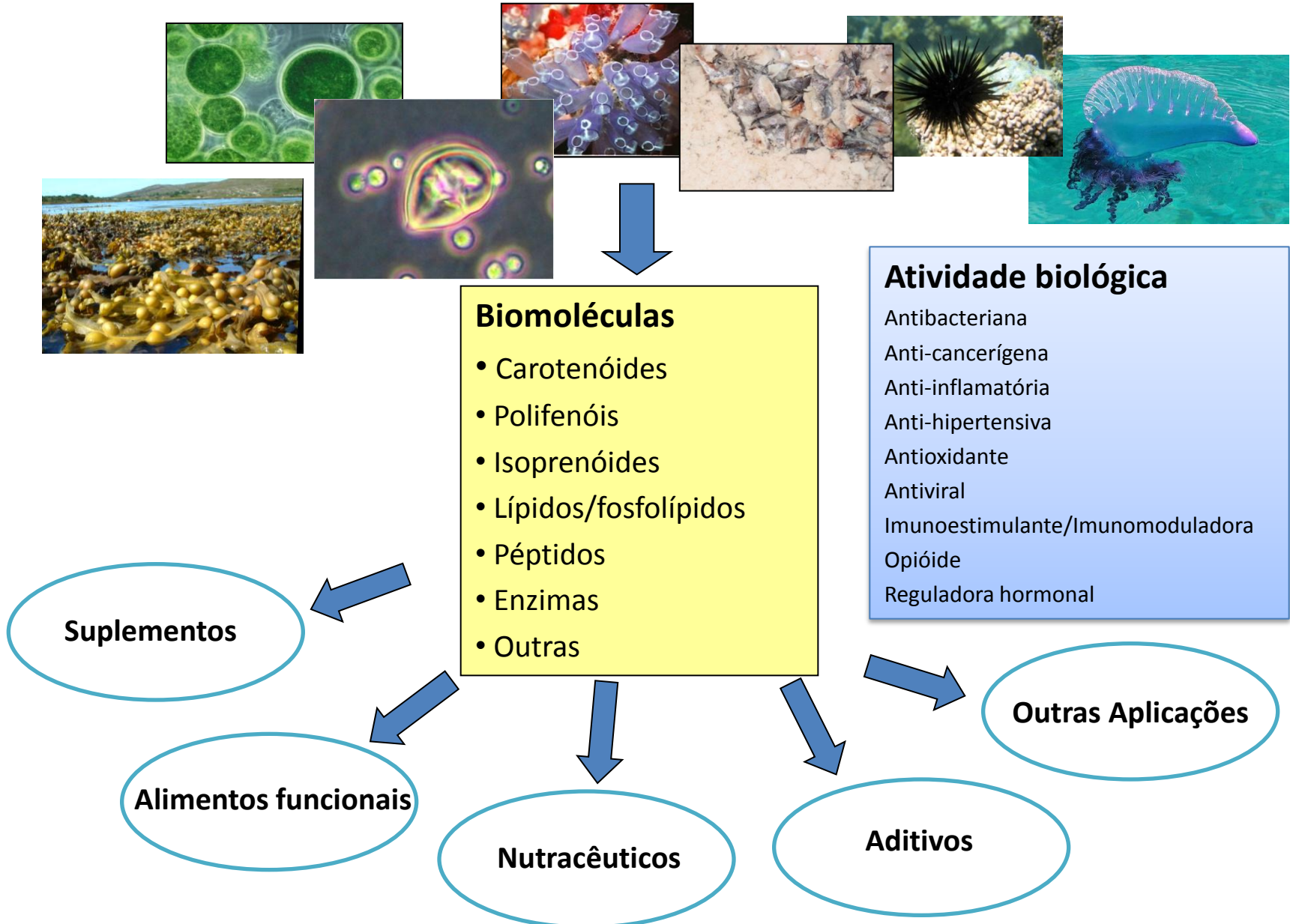
Introdução

Os organismos marinhos representam uma enorme fonte de biomassa e são caracterizados por uma extrema diversidade de formas de vida e moléculas

Um conhecimento científico mais aprofundado e novas tecnologias podem permitir transformar este potencial numa fonte essencial de novos alimentos

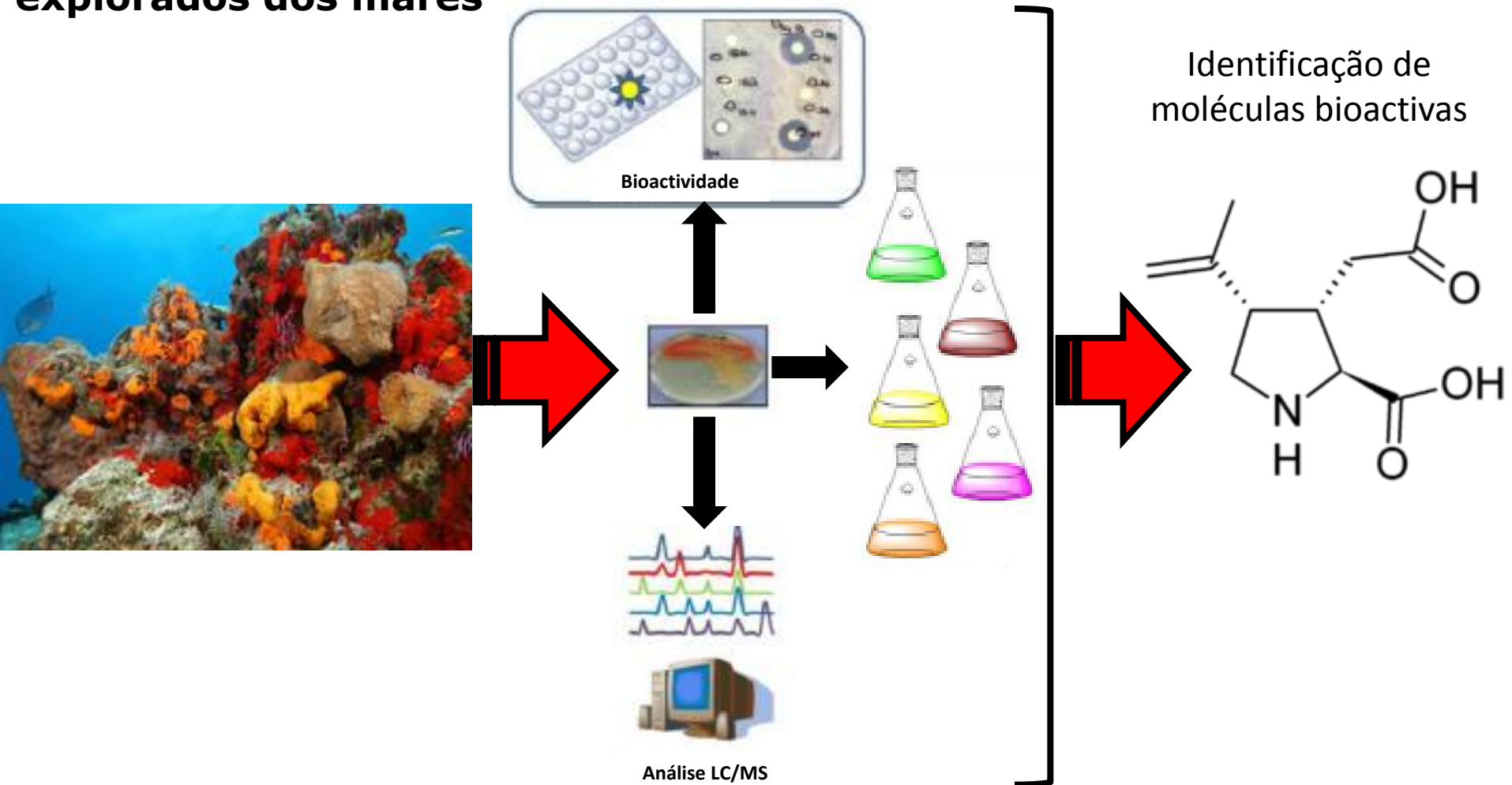


BIOPROSPECÇÃO & BIOTECNOLOGIA MARINHA



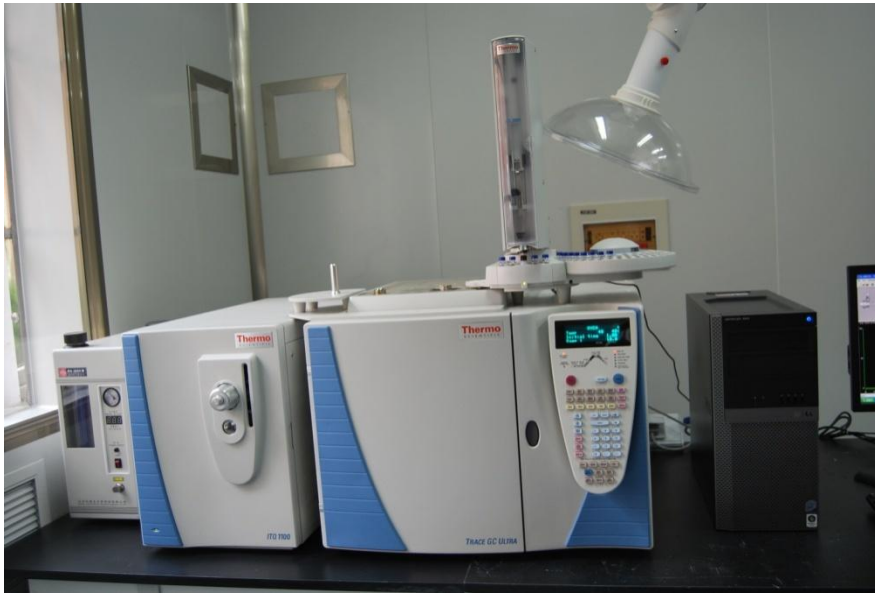
Bioprospecção de compostos bioactivos

Identificação e elucidação estrutural de compostos de recursos sub-explorados dos mares



Bioprospecção de compostos bioactivos

Utilização de grande variedade de métodos analíticos para a detecção de novos compostos

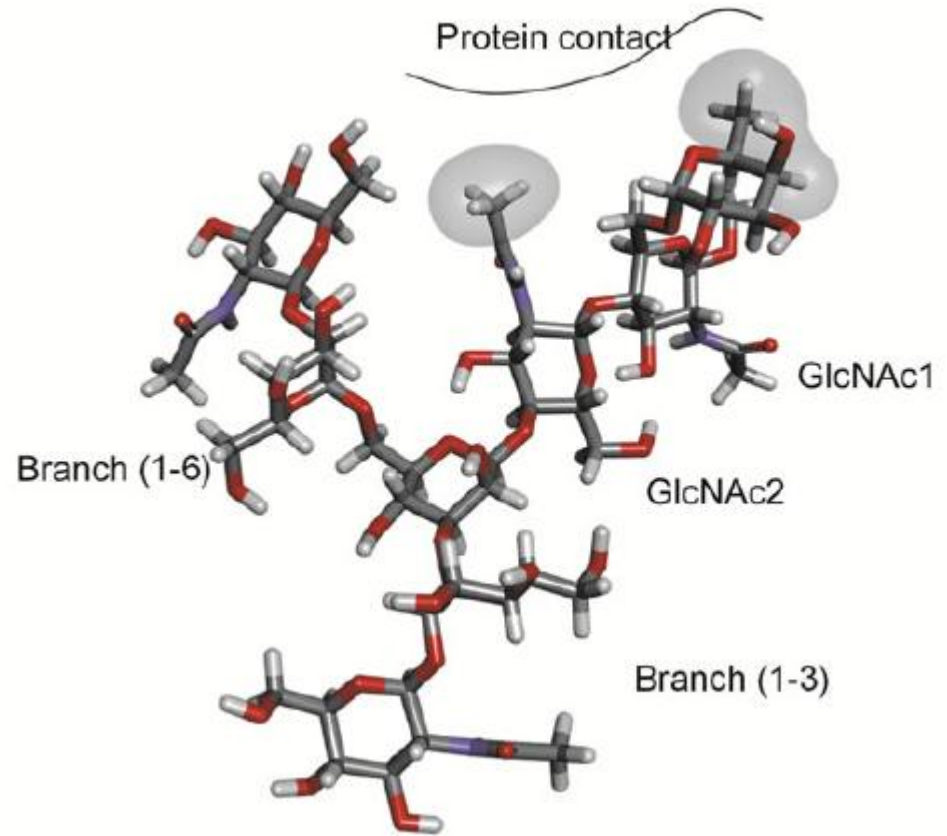
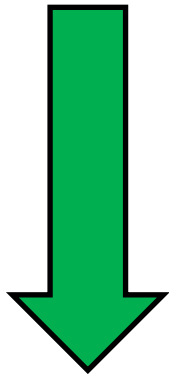


Ex: GC/MS



Ex: LC/MS/MS

Lectinas, proteínas que se encontram nas algas..



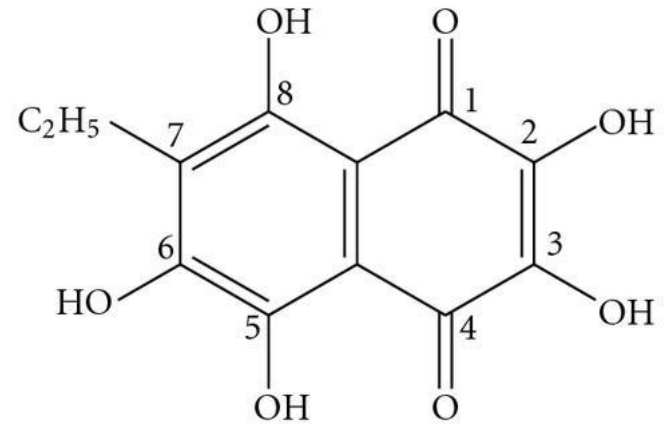
Ligação da lectina a hidratos de carbono

Exibem um vasto leque de propriedades bioactivas, desde actividade anti-inflamatória e anti-nociceptiva

Compostos bioativos em invertebrados marinhos



As estruturas do esqueleto dos ouriços contêm equinocromo A



Echinochrome

(2,3,5,6,8-pentahydroxy-7-ethylnaphthoquinone)

Este composto apresenta actividade



Como agente antibacteriano, podendo ser testado como um aditivo alimentar substituto de conservantes sintéticos...



Ex. Ácidos gordos ómega 3

OBJETIVOS

1. Utilizar fontes sustentáveis

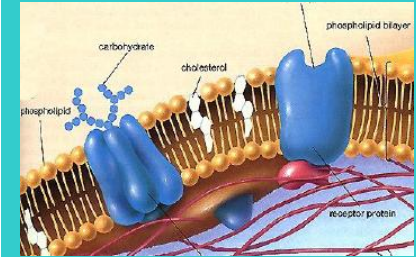
2. Desenhar novos compostos com melhores propriedades biológicas



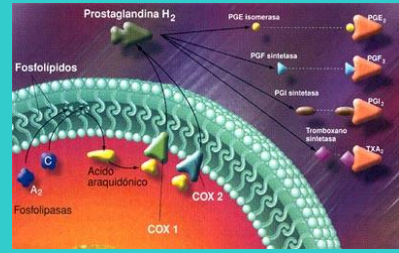
ORGANISMOS MARINHOS

Fonte de Energia

Estrutura das membranas



Precusores de eicosanóides



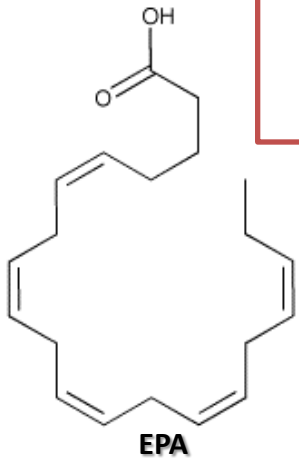
Processos regulação genética

Função dos ácidos gordos

Ácidos gordos ómega 3

Síntese pouco eficaz

Ácido Gordo Essencial



Ácidos Gordos Fundamentais

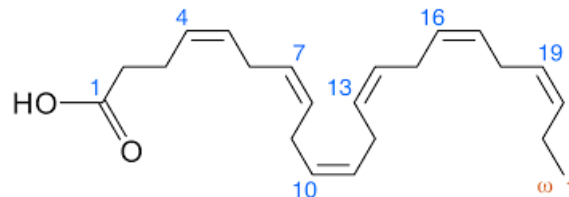
ALA (18:3 ω 3)



EPA (20:5 ω 3)



DHA (22:6 ω 3)



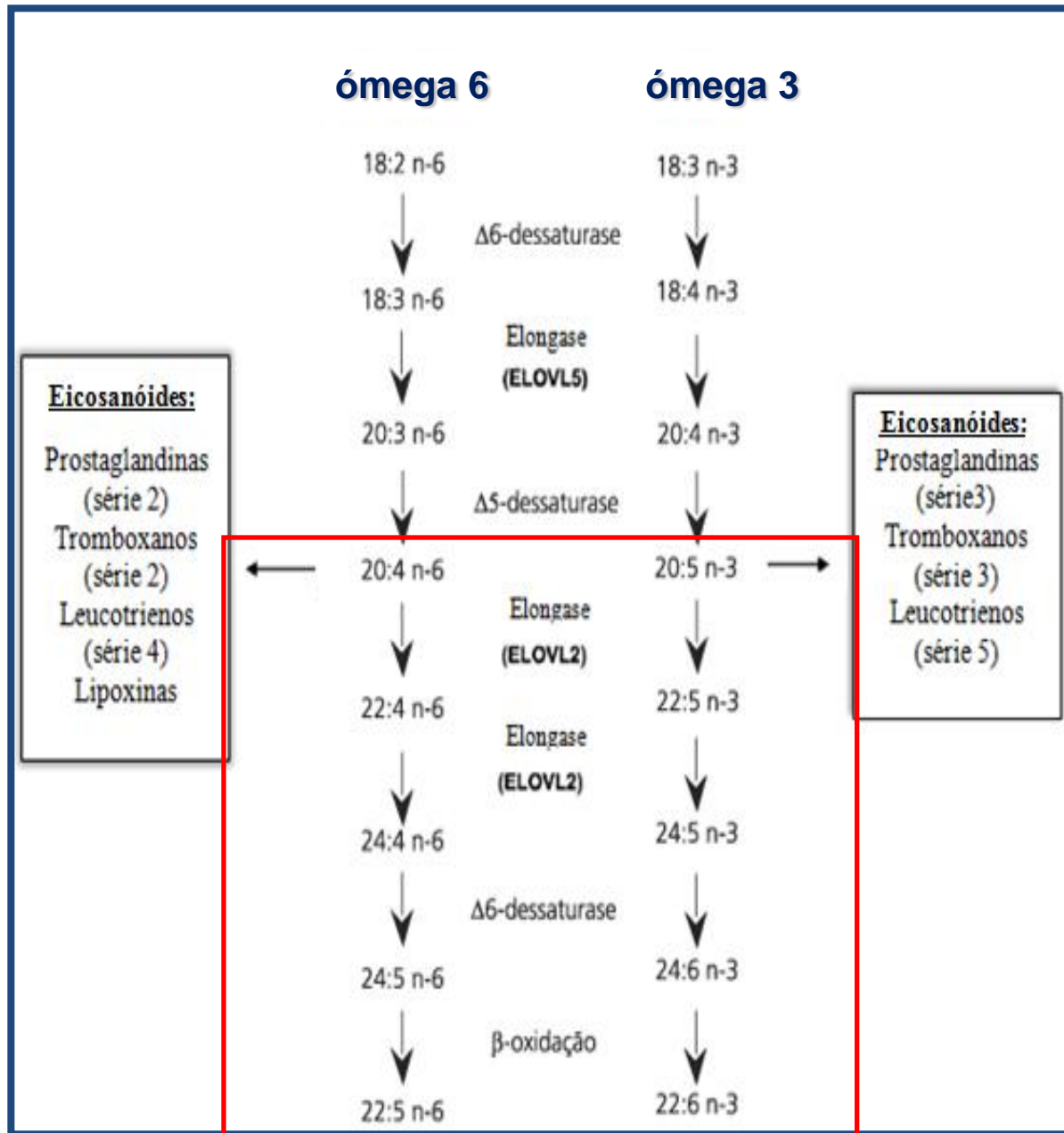
<5%

<0,05%



Wang et al. 2006 Am. J Clin. Nutr, 84: 5-17

Função dos ácidos gordos (EPA)



Função dos ácidos gordos

Balanço ómega 6: ómega 3

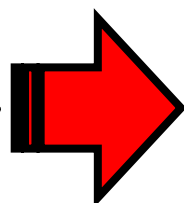
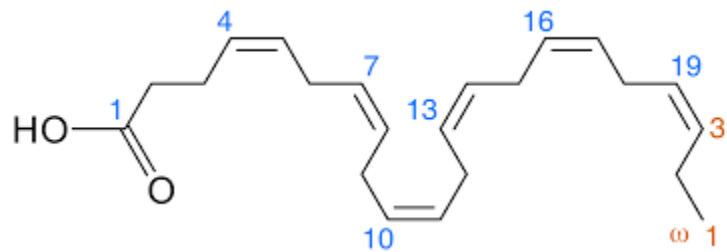


BALANÇO	Razão ómega 6:ómega 3
Adequado	2-4:1

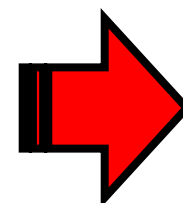


LÍPIDOS

Suplementos de origem marinha (ex: LC-PUFA ómega 3)



Ex: DHA (22:6 ω3)



DHA

LÍPIDOS



LT 60-65%
PUFA > 85%
DHA 35-40%



Estrutura das
membranas

- 60- 65% dos lípidos do cérebro são ácidos gordos polinsaturados e destes mais de 85% está constituído por DHA (35-40%).

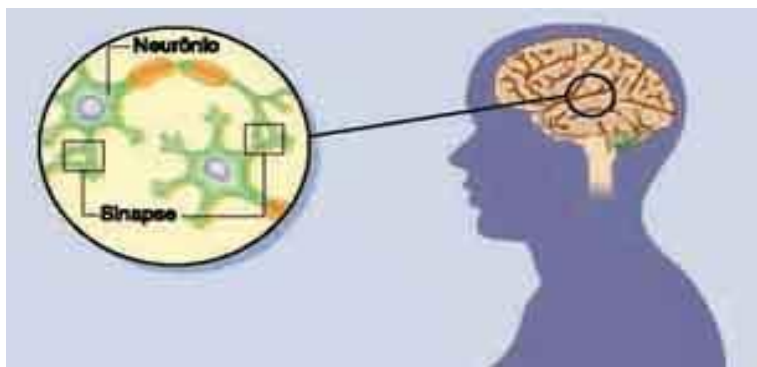
DHA

Baixo consumo de ácidos gordos omega-3 podem levar a condições tais como dislexia, depressão, agressão, doença de Alzheimer, entre outras.

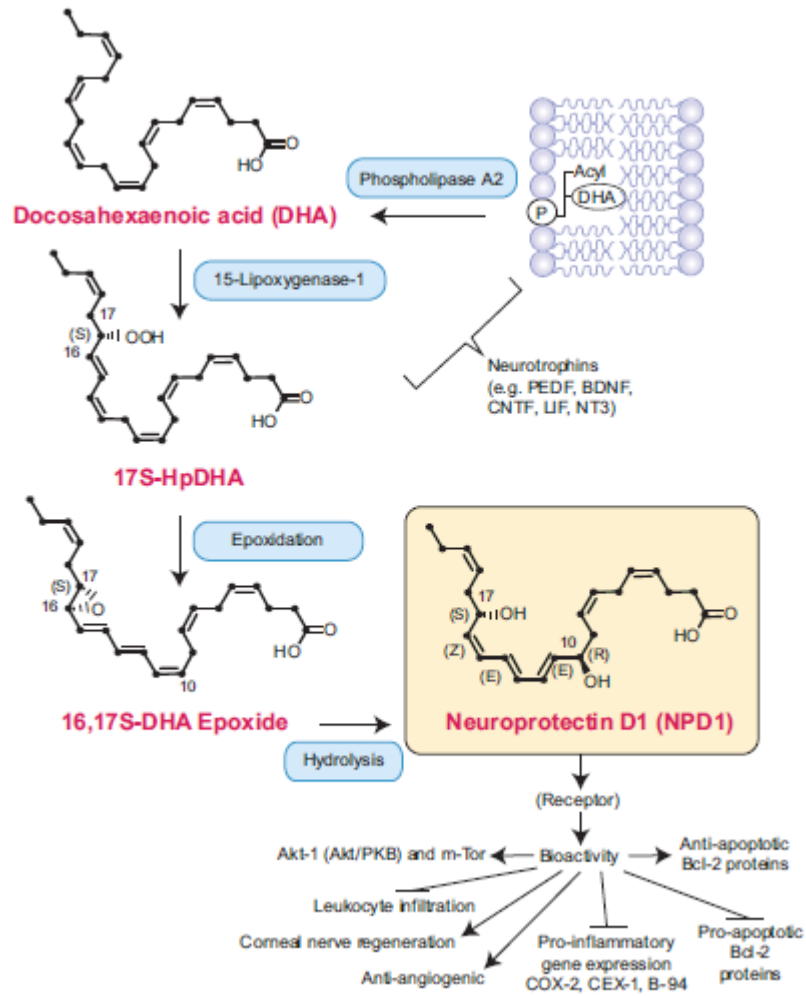
DHA selectivamente incorporado na função sináptica, transmissão mais rápida.



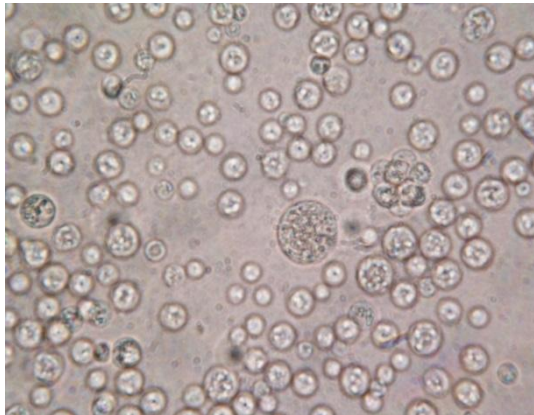
Com a idade diminui a capacidade do fígado metabolizar o DHA.



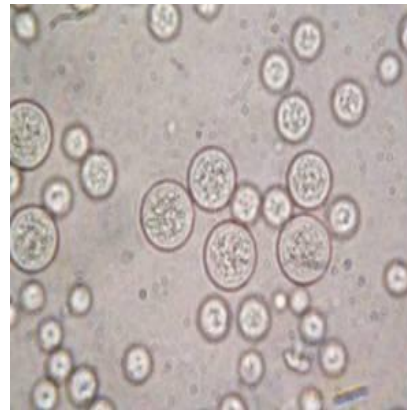
Função dos ácidos gordos (DHA)



Microalgas marinhas produtoras de DHA



Thraustochytrium sp.



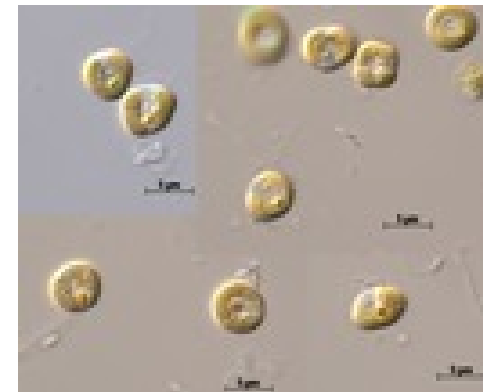
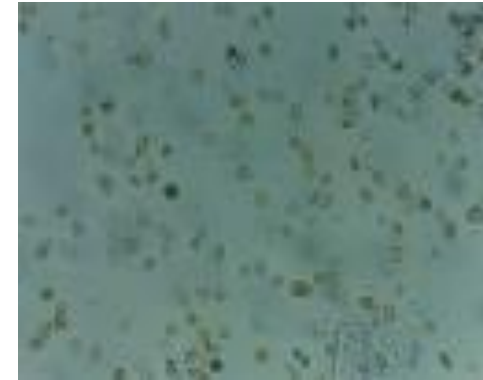
Aurantiochytrium sp.

Heterotróficas

Thraustochytrium sp. ATCC 26185

Aurantiochytrium sp. ATCC PRA-276

Estirpes adquiridas à ATCC (American Type Culture Collection)



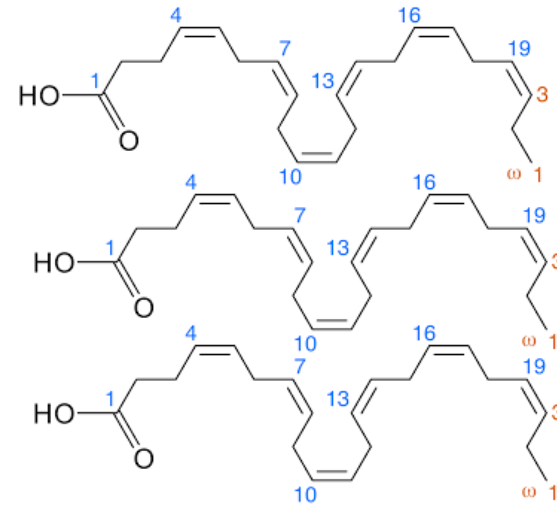
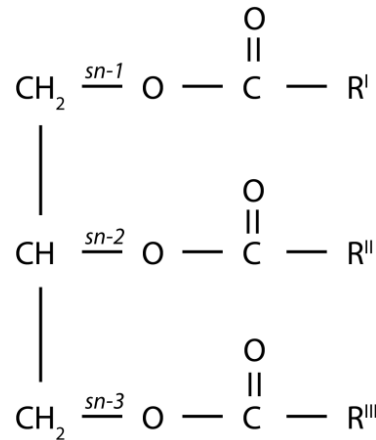
Isochysis galbana
Diacronema vlkianum

Autotróficas



Microalgas Heterotróficas

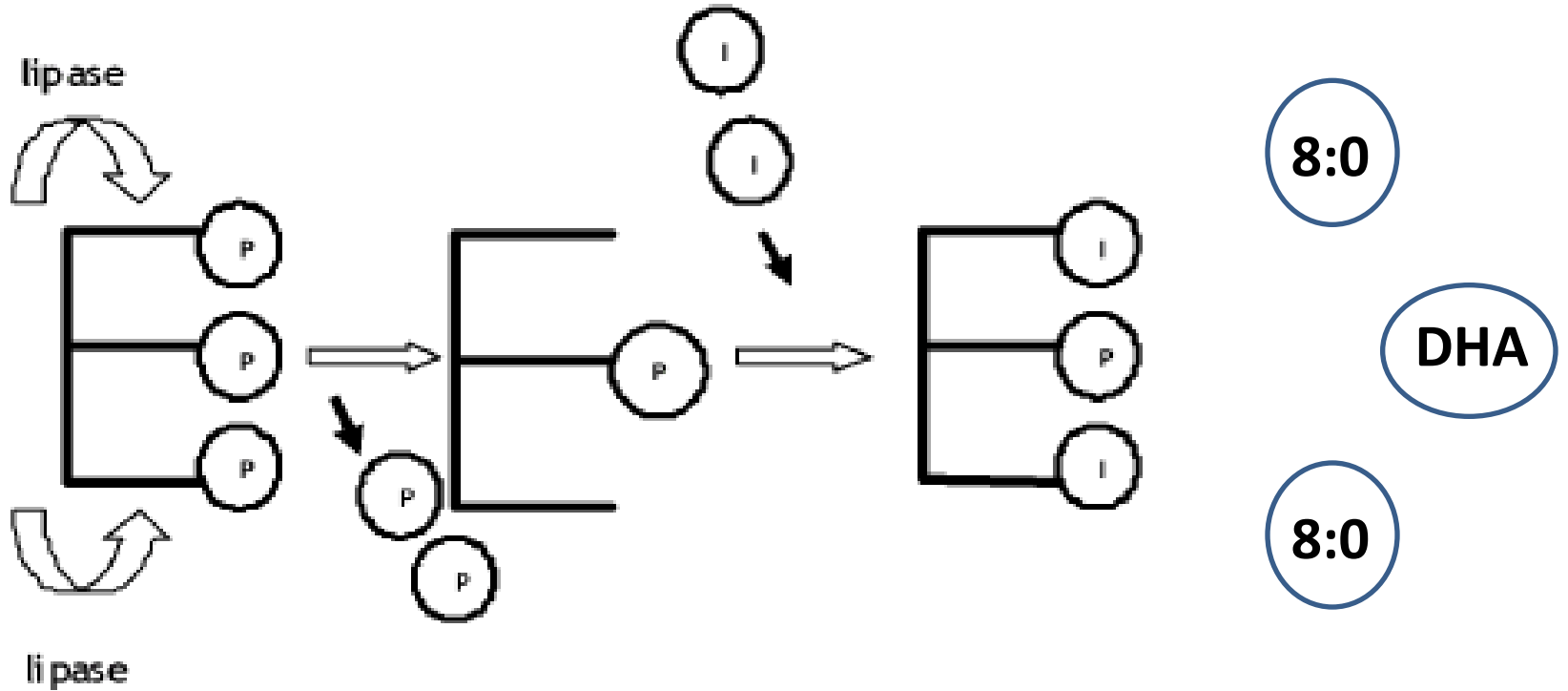
LÍPIDOS



DHA (22:6ω3)

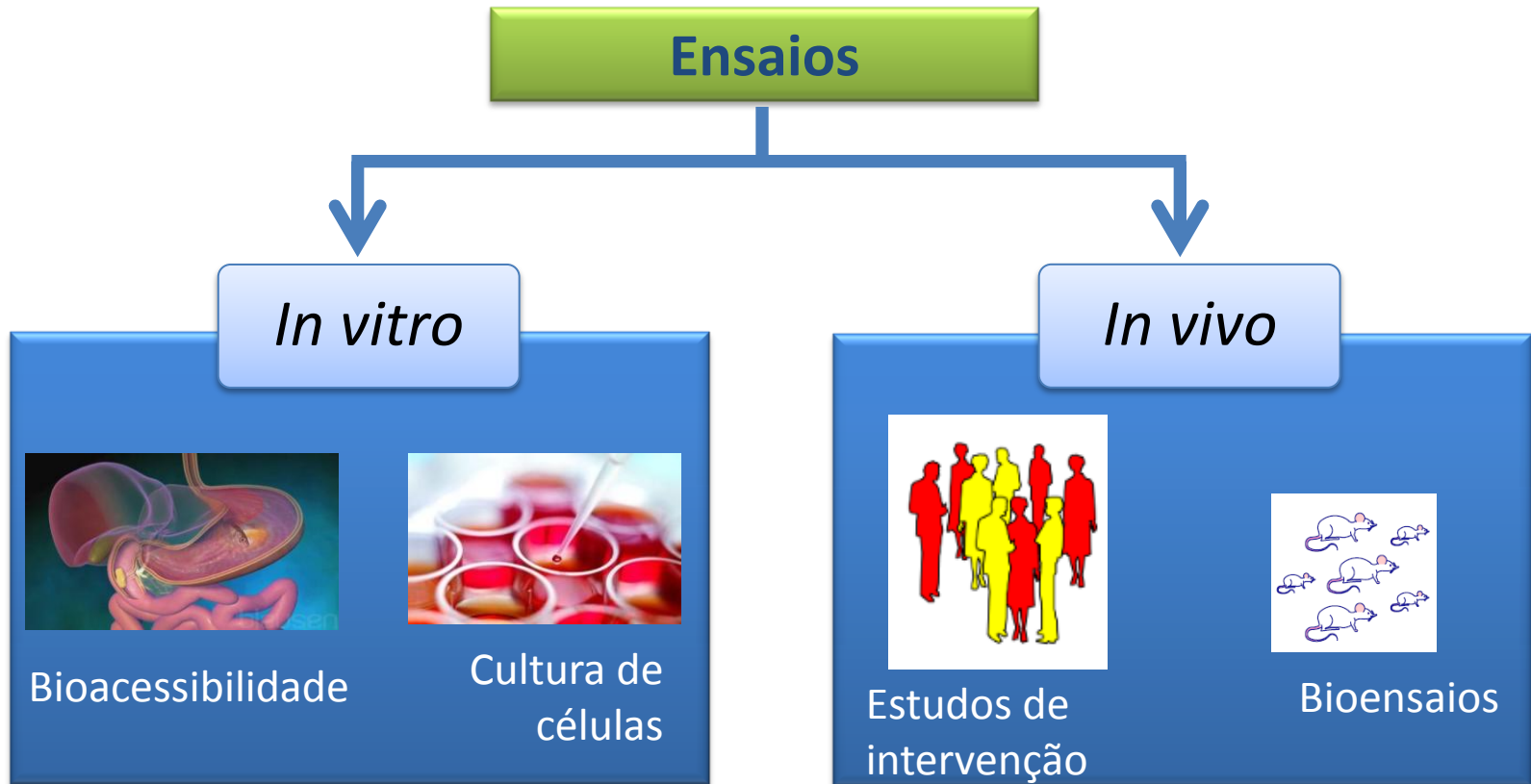
Produção de lípidos estruturados

Enzimas



Avaliação dos Benefícios

**Mais eficaz na prevenção
de doenças neurológicas**





Original Research

Docosahexaenoic acid at the sn-2 position of structured triacylglycerols improved n-3 polyunsaturated fatty acid assimilation in tissues of hamsters



Narcisa M. Bandarra^{a,b,1}, Paula A. Lopes^{c,1}, Susana V. Martins^c, Júlia Ferreira^a, Cristina M. Alfaia^c, Eva A. Rolo^c, Jorge J. Correia^c, Rui M.A. Pinto^a, Rebeca P. Ramos-Bueno^e, Irineu Batista^{a,b}, José A.M. Prates^{c,*}, José L. Guil-Guerrero^e



Insights on the safety of carotenogenic *Chlorella vulgaris* in rodents

Cristina de Mello-Sampayo^a, M. Luisa Corvo^b, Rogério Mendes^a, Diana Duarte^c, Joana Lucas^a, Rui Pinto^a, Ana Paula Batista^{d,e}, Anabela Raymundo^c, Beatriz Silva-Lima^a, Narcisa M. Bandarra^c, Luisa Gouveia^{d,*}

Appl Biochem Biotechnol (2014) 172:1866–1881
DOI 10.1007/s12010-013-0616-1

Preparation of Triacylglycerols Rich in Omega-3 Fatty Acids from Sardine Oil Using a *Rhizomucor miehei* Lipase: Focus in the EPA/DHA Ratio

Paulo Bispo • Irineu Batista • Raul J. Bernardino •
Narcisa Maria Bandarra



The impact of alternative dietary lipids on the *in vitro* bioaccessibility of sole fillets for human consumption



C. Afonso^{a,b,*}, C. Cardoso^{a,b,*}, M. Freire^a, I.E. Silva^a, F. Linares^c, J.L.R. Villanueva^d,
L.M.P. Valente^{b,e}, N.M. Bandarra^{a,b}

Matriz/Composto de interesse

RISCO VS BENEFÍCIO

Aplicação



Conclusões

- Os recursos marinhos são uma fonte preciosa de compostos bioativos,
- As propriedades biológicas, químicas e físicas destas substâncias abrem oportunidades para aplicações inovadoras,
- A biotecnologia associada à aquacultura permite garantir a valorização de compostos presentes nos recursos marinhos,
- A ciência deve investir no conhecimento das propriedades e na avaliação da bioacessibilidade de nutrientes com benefícios para a saúde.



"A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original."

Albert Einstein

Muito obrigada pela atenção!

Narcisa Bandarra

narcisa@ipma.pt



Potencial de utilização de macroalgas baseado na caracterização de nutrientes, contaminantes e em estudos de bioacessibilidade, casos de estudo.

Cláudia Afonso, Cardoso C, Bandarra, NM

cafonso@ipma.pt

VIII ACÇÃO DE INTERACÇÃO - 29 de Maio de 2019

Cultivo de novas espécies com potencial aplicação em aquacultura, biotecnologia e outras indústrias

Local: EPPO – Estação Piloto de Piscicultura de Olhão

MACROALGAS

Phaeophyceae (castanhas)



Fucus spiralis

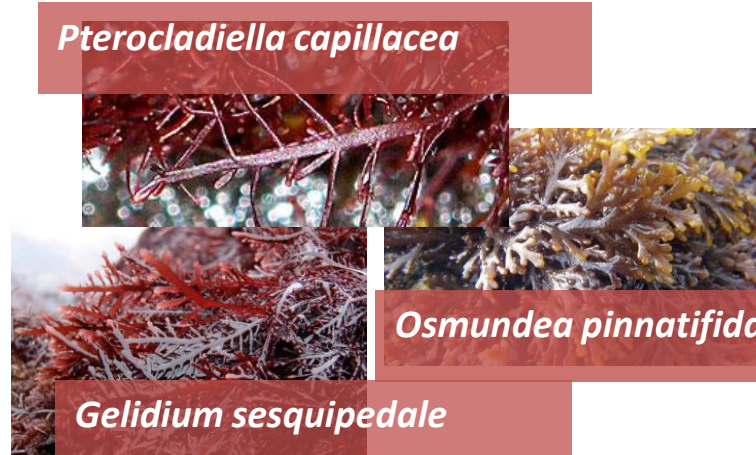


Alaria esculenta



Saccharina latissima

Rhodophyta (vermelhas)



Pterocladia capillacea

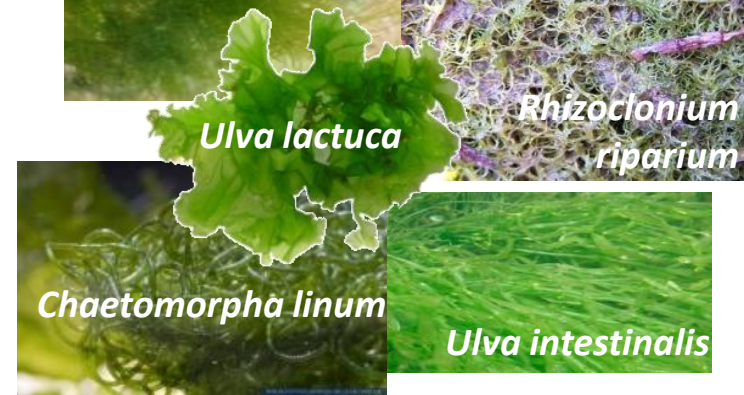
Gelidium sesquipedale

Osmundea pinnatifida

Chlorophyta (verdes)



Ulva prolifera



Ulva lactuca

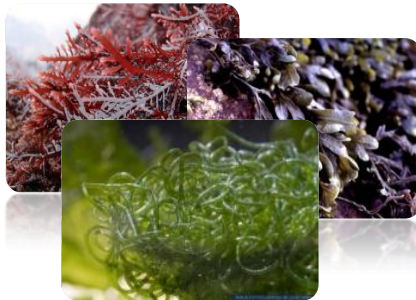
Rhizoclonium riparium

Chaetomorpha linum

Ulva intestinalis

MACROALGAS

- ✓ **Recurso subexplorado (sustentabilidade)**
- ✓ **Importantes na cadeia alimentar marinha**
- ✓ **Representam, como alimento, uma pegada de carbono menor**
- ✓ **Valor nutricional**



Selvagem

Cultivada:



Vantagens

- Mais fácil de colher do que selvagens
- Provavelmente composição diferente
- Importante na remoção de nutrientes, P e N
- etc

>> Reabilitação de ecossistemas costeiros



MACROALGAS

A oferta e consumo de produtos à base de macroalgas marinhas tem vindo a aumentar ⇒ Benefícios

Particularmente, as macroalgas marinhas podem apresentar compostos interessantes com valor nutricional e atividade biológica

- Elementos essenciais como o iodo;
- Baixo teor calórico;
- Ácidos gordos tipo ω -3 PUFA;
- Proteínas e hidratos de carbono;
- Polifenóis e outras substâncias

Atividades antioxidante, anti-inflamatória, ..., antidiabética



Perigos/Riscos

Contaminantes
(As, Cd, Pb e Hg)
Iodo

RECOMENDAÇÕES

RECOMENDAÇÃO (EU) 2018/464 DA COMISSÃO

de 19 de março de 2018

relativa à monitorização de metais e de iodo em algas marinhas, halófitos e produtos à base de algas marinhas

EFSA's Activities on Emerging Risks in 2016

Potential emerging issue evaluated - ID351/ **Potential risks associated to uses of seaweed**

Emerging Risks Activities 2016



Table 3: Potential emerging issues evaluated

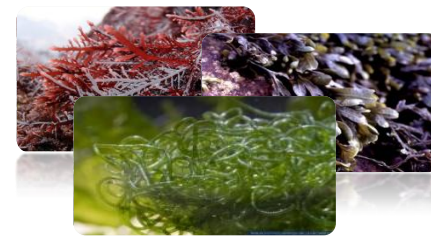
No.	ID no. ^(a)	Potential emerging issue evaluated ^(b)	Category	Identified by	Emerging issue (Y/N/Not sure)	Recommendations by the Emerging Risk Knowledge Networks/EFSA follow-up
1	351	Potential risks associated to uses of seaweed. A change in consumption habits linked to the general belief that algae are 'healthy food' may trigger higher demand and consumption in years to come. Seaweed is also used in animal feed and as a natural fertiliser. Potential health risks being reported are: (i) increased risk for iodine intoxication; (ii) high arsenic levels in food and risk of groundwater contamination following the application of seaweed fertiliser; (iii) metal pollution,, metals can be inserted into food chains via bioaccumulation in primary producers (e.g. seaweed), and may potentially lead to toxic effects; (iv) norovirus contamination; (v) risk associated with opportunistic dinoflagellates producing toxins that can be isolated from macroalgae, and filamentous cyanobacteria growing epiphytically on edible marine macroalgae	Microbiological hazard/Chemical hazard/New consumer trends	EREN	Y	EREN recommendations: 1. MSs should include seaweed products in their national food consumption surveys and try to capture detailed and disaggregated intake data that are necessary to estimate exposure. 2. Member States should monitor iodine and heavy metals content in seaweed food products. 3. EFSA should highlight the issue for inclusion on the EU research agenda. EFSA follow-up: 1. Keep monitoring research developments on seaweed related projects. 2. Explore MINTEL data base to assess new products growth trend



No entanto, o teor de **compostos pode variar (fresca, seca ou como suplemento alimentar)** em função de:

- condições em que são produzidas, espécie, época do ano, etc;
- método usado para processar o ingrediente ou alimento;
- tipo de preparação (pó, extrato, etc.) usado em suplementos alimentares
- outros

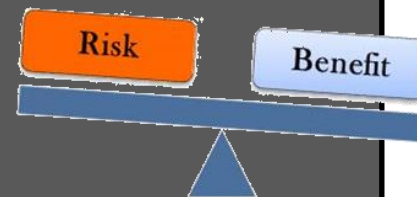
ESTUDO DO POTENCIAL DE MACROALGAS PARA FUTURAS APLICAÇÕES



Compostos
lípidos, polifenóis,
elementos essenciais,
contaminantes, etc.

Atividades Biológicas
Anti-inflamatória,
antioxidante, citotoxicidade,
potencial anti-
hipercolesterolémico, etc.

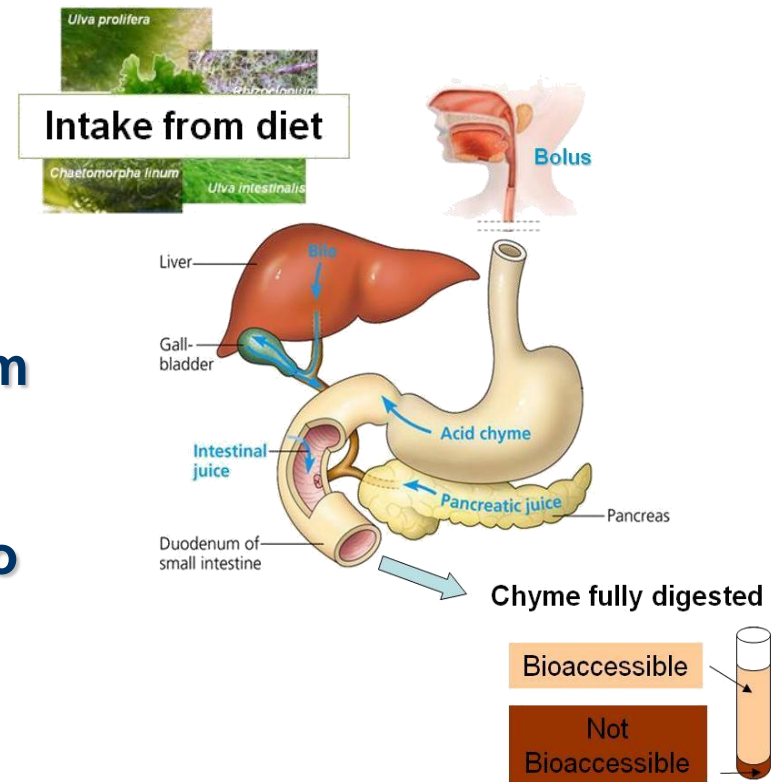
Bioacessibilidade



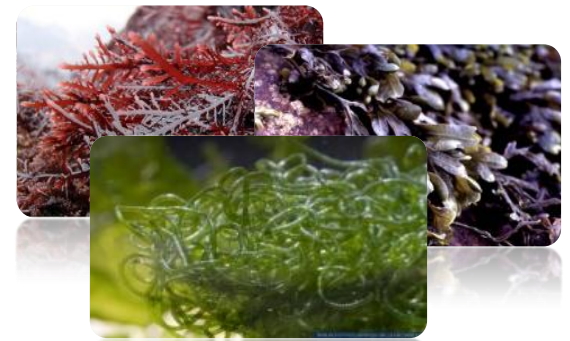
Sistema in vitro que simula o processo digestivo
(Afonso et al., 2015)

Bioacessibilidade → quantidade de um composto que é libertada do alimento durante o processo digestivo, tornando-se **acessível para absorção gastrointestinal** e entrada na corrente sistémica (biodisponível)

- modelo *in vitro* que simula a digestão humana (boca, estômago e intestino) com proteases, lipases e outras enzimas
- Determinação dos compostos na fração bioacessível e não digerida



Lípidos



O teor em gordura é baixo, varia em média entre 0,5 e 5 % (dw)

Na maioria das espécies, os PUFA n-3 são predominantemente compostos por AG de cadeia curta, como o C16 n-3 and C18 n-3


EPA é sempre superior ao DHA

Existem espécies com **teores apreciáveis de EPA (dw)** como nas **algas vermelhas *Osmundea pinnatifida* e *Pterocladia capillacea***, > 12 % of total AG, raro nas macroalgas verdes e castanhas.



Original article

Azorean macroalgae (*Petalonia binghamiae*, *Halopteris scoparia* and *Osmundea pinnatifida*) bioprospection: a study of fatty acid profiles and bioactivity

Ana M. Campos,^{1,2} Joana Matos,^{1,2} Cláudia Afonso,^{1,3} Romina Gomes,¹ Narcisa M. Bandarra^{1,3} & Carlos Cardoso^{1,3*} 

1 Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, 16, 1749-016 Lisbon, Portugal

2 Division of Aquaculture and Upgrading (DivAV), Portuguese Institute for the Sea and Atmosphere (IPMA, IP), Rua Alfredo Magalhães Ramalho, 6, 1495-006 Lisbon, Portugal

3 CIIMAR, Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research, University of Porto, Rua dos Bragas 289, 4050-123 Porto, Portugal

(Received 20 July 2018; Accepted in revised form 14 October 2018)

Summary The Azorean macroalgae *Petalonia binghamiae*, *Halopteris scoparia* and *Osmundea pinnatifida* are undervalued and require further study regarding their potential use as food. These three seaweed species had low fat contents, and their fatty acid (FA) profiles were characterised by a high proportion of saturated FA (SFA) in the case of *O. pinnatifida* and similar weights of SFA and polyunsaturated FA (PUFA) in the other two species. Within the PUFAs, the ω 3 PUFAs were the most prominent in *O. pinnatifida* and *P. binghamiae*, yielding ω 3/ ω 6 ratios that were higher than one. Eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5 ω 3) was the most important ω 3 PUFA (10–14%). Regarding the other bioactive compounds, the polyphenols were found to reach non-negligible levels (140–220 mg/100 g dw). Significant antioxidant activity was detected. Ethanolic extracts of *H. scoparia* and aqueous extracts of *P. binghamiae* showed cyclooxygenase-2 (COX-2) inhibitory capacities between 40% and 79%, indicating anti-inflammatory activity.

Keywords Anti-inflammatory activity, fatty acids, *Halopteris scoparia*, *Osmundea pinnatifida*, *Petalonia binghamiae*.



Contents lists available at ScienceDirect

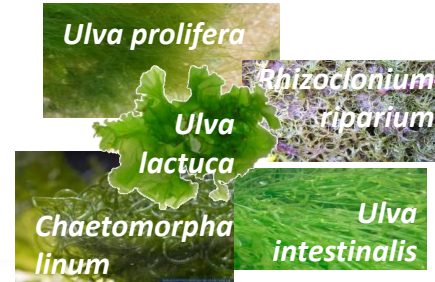
Food Research International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodres



Composition and bioaccessibility of elements in green seaweeds from fish pond aquaculture

C. Afonso^{a,b,*}, C. Cardoso^{a,b,*}, A. Ripol^{b,c}, J. Varela^c, H. Quental-Ferreira^{a,d}, P. Pousão-Ferreira^{a,d}, M.S. Ventura^e, I.M. Delgado^e, I. Coelho^e, I. Castanheira^e, N.M. Bandarra^{a,b}



NPC Natural Product Communications

2018
Vol. 13
No. 5
603 - 608

Composition, Anti-inflammatory Activity, and Bioaccessibility of Green Seaweeds from Fish Pond Aquaculture

Andrea Ripol^{ab}, Carlos Cardoso^{bc,*}, Cláudia Afonso^{bc}, João Varela^a, Hugo Quental-Ferreira^{bd}, Pedro Pousão-Ferreira^{bd} and Narcisca M. Bandarra^{bc}

Received: 18 April 2017 | Revised: 24 June 2017 | Accepted: 6 July 2017
DOI: 10.1002/fsn3.511

ORIGINAL RESEARCH

WILEY Food Science & Nutrition

Fatty acid profiles of the main lipid classes of green seaweeds from fish pond aquaculture

Carlos Cardoso^{1,2} | Andrea Ripol^{1,3} | Cláudia Afonso^{1,2} | Margarida Freire¹ | João Varela³ | Hugo Quental-Ferreira^{1,4} | Pedro Pousão-Ferreira^{1,4} | Narcisca Bandarra^{1,2}

EPPO



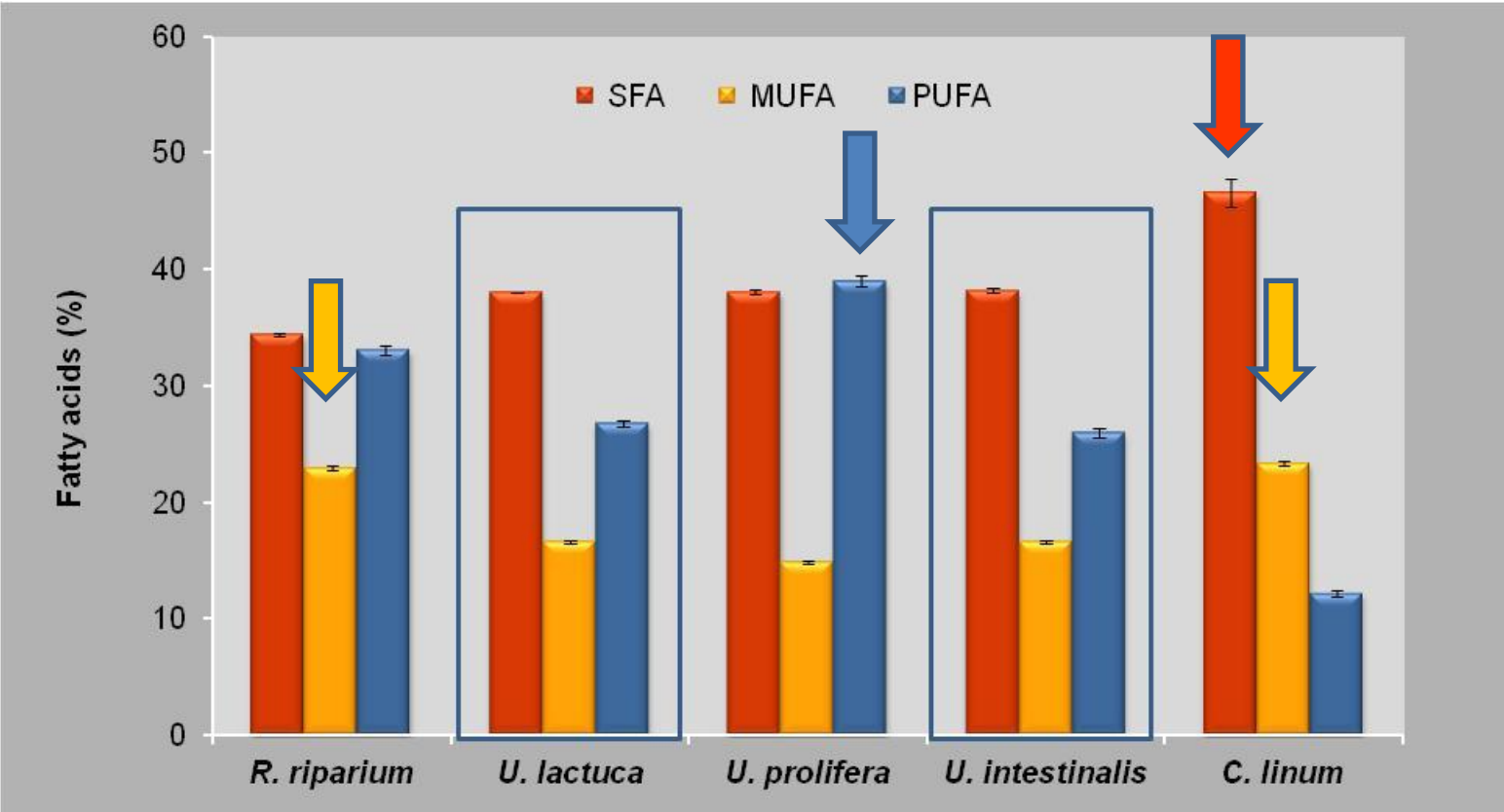
Figure 1. EPPO premises and transport of samples to Lisbon laboratory.

Composição aproximada das cinco espécies de algas verdes cultivadas em IA

Composição aprox.(g/100g)	<i>R. riparium</i>	<i>U. lactuca</i>	<i>U. prolifera</i>	<i>C. linum</i>	<i>U. intestinalis</i>
Humidade	87,2 ± 0,0 ^a	88,9 ± 0,4 ^{ab}	95,7 ± 0,1 ^d	93,8 ± 0,2 ^c	90,1 ± 0,1 ^b
cinza (ww)	2,2 ± 0,1 ^a	1,9 ± 0,1 ^a	0,5 ± 0,0 ^c	0,9 ± 0,1 ^b	2,0 ± 0,0 ^a
cinza(dw)	17,5 ± 0,4 ^a	17,5 ± 0,7 ^a	11,3 ± 0,7 ^c	14,4 ± 1,5 ^b	20,3 ± 0,2 ^d
Proteína (ww)	5,4 ± 0,7 ^a	3,5 ± 0,6 ^b	1,8 ± 0,4 ^c	3,7 ± 0,3 ^b	3,4 ± 1,0 ^b
Proteína (dw)	42,4 ± 5,1 ^a	31,6 ± 5,7 ^b	41,8 ± 9,6 ^a	59,9 ± 4,7 ^c	34,4 ± 10,1 ^{ab}
Lípidos (ww)	0,3 ± 0,0 ^a	0,2 ± 0,0 ^{ab}	0,1 ± 0,0 ^b	0,1 ± 0,1 ^b	0,1 ± 0,0 ^b
Lípidos (dw)	< 2,2 %				
H. carbono (ww)	4,9 ± 0,6 ^a	5,5 ± 0,3 ^a	2,0 ± 0,5 ^b	1,5 ± 0,4 ^b	4,4 ± 0,9 ^a
H. carbono (dw)	38,2 ± 4,6 ^a	49,4 ± 3,1 ^b	45,0 ± 12,0 ^{ab}	23,6 ± 6,1 ^c	44,3 ± 9,4 ^{ab}

Valores apresentados como média±desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha representam diferenças estatísticas ($p < 0.05$).

Perfil de ácidos gordos (%) nas 5 espécies de macroalgas verdes estudadas

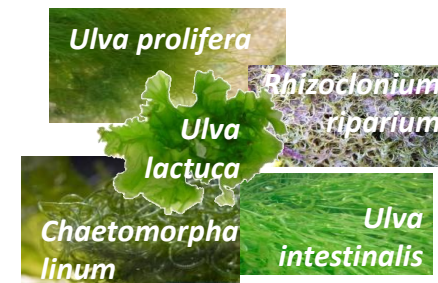


Perfil de ácidos gordos (%) das cinco espécies de macroalgas estudadas

AG (%)	<i>R. riparium</i>	<i>U. lactuca</i>	<i>U. prolifera</i>	<i>U. intestinalis</i>	<i>C. linum</i>
16:0 (Palmítico)	20,3 ± 0,2 ^b	19,2 ± 0,1 ^a	21,0 ± 0,2 ^b	19,3 ± 0,0 ^a	32,9 ± 0,4 ^c
Σ SFA	34,4 ± 0,1 ^a	38,0 ± 0,0 ^b	38,1 ± 0,2 ^b	38,2 ± 0,2 ^b	46,6 ± 1,2 ^c
18:1 ω7+ω9	15,7 ± 0,2 ^c	7,7 ± 0,0 ^a	11,5 ± 0,2 ^b	7,3 ± 0,0 ^a	17,4 ± 0,2 ^d
Σ MUFA	23,0 ± 0,2 ^c	16,6 ± 0,1 ^b	14,9 ± 0,1 ^a	16,6 ± 0,1 ^b	23,4 ± 0,2 ^c
18:2 ω6 (linoleico)	10,8 ± 0,4 ^c	9,5 ± 0,2 ^{bc}	22,0 ± 0,8 ^d	8,1 ± 0,0 ^b	2,1 ± 0,1 ^a
16:3/16:4 ω3	4,0 ± 0,1 ^b	10,6 ± 0,1 ^d	8,7 ± 0,3 ^c	0,9 ± 0,1 ^d	11,0 ± 0,3 ^a
18:3 ω3 (α-linolénico)	10,5 ± 0,0 ^c	0,1 ± 0,0 ^a	0,2 ± 0,1 ^a	0,1 ± 0,0 ^a	4,1 ± 0,1 ^b
20:5 ω3 (EPA)	2,7 ± 0,0 ^d	1,6 ± 0,0 ^b	2,2 ± 0,1 ^c	1,7 ± 0,1 ^b	0,6 ± 0,0 ^a
22:6 ω3 (DHA)	0,4 ± 0,0 ^a	0,2 ± 0,0 ^a	0,2 ± 0,0 ^a	0,2 ± 0,0 ^a	0,4 ± 0,0 ^a
Σ PUFA	33,1 ± 0,4 ^c	26,8 ± 0,3 ^b	39,0 ± 0,5 ^d	26,0 ± 0,4 ^b	12,2 ± 0,3 ^a
Σ ω3	20,1 ± 0,1 ^c	14,1 ± 0,0 ^b	14,0 ± 0,3 ^b	14,6 ± 0,4 ^b	8,9 ± 0,2 ^a
Σ ω6	12,0 ± 0,5 ^b	12,1 ± 0,3 ^b	24,7 ± 0,8 ^c	10,7 ± 0,0 ^b	2,4 ± 0,1 ^a
Σ ω3/Σ ω6	1,7 ± 0,1 ^c	1,2 ± 0,0 ^b	0,6 ± 0,0 ^a	1,4 ± 0,0 ^b	3,7 ± 0,0 ^d

Valores apresentados como média±desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha representam diferenças estatísticas ($p < 0.05$).

Distribuição das classes de lípidos (%) determinadas por TLC das cinco espécies de algas verdes estudadas



Classes lip. (%)	<i>R. riparium</i>	<i>U. lactuca</i>	<i>U. prolifera</i>	<i>U. intestinalis</i>	<i>C. linum</i>
Lípidos Polares	26,1 ± 3,9 ^a	42,1 ± 4,0 ^b	57,3 ± 8,5 ^c	21,5 ± 1,2 ^a	28,0 ± 0,8 ^a
Lípidos Apolares	73,9 ± 3,9 ^c	57,9 ± 4,0 ^b	42,7 ± 8,5 ^a	78,5 ± 1,2 ^c	72,0 ± 0,8 ^c

Valores apresentados como média±desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha representam diferenças estatísticas ($p < 0.05$).

Composição elementar (mg/kg dw) das cinco espécies de macroalgas estudadas.

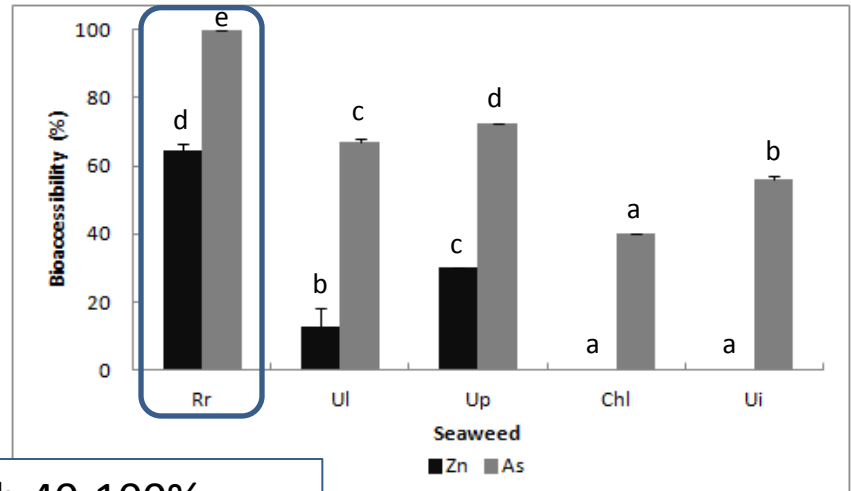
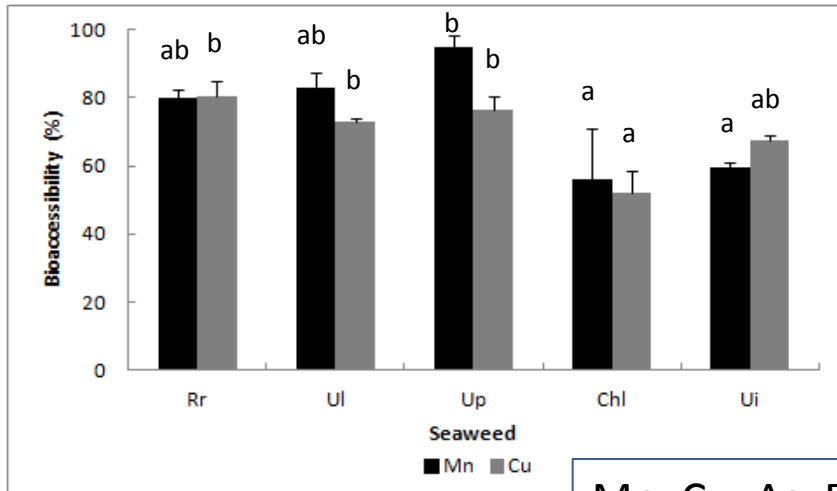


Element	<i>R. riparium</i>	<i>U. lactuca</i>	<i>U. prolifera</i>	<i>C. linum</i>	<i>U. intestinalis</i>
Cr	3,60 ± 0,05 ^a	3,92 ± 0,17 ^a	6,17 ± 2,38 ^a	5,49 ± 0,55 ^a	5,82 ± 0,33 ^a
Mn	135,1 ± 0,4 ^c	93,6 ± 9,0 ^b	102,1 ± 0,1 ^b	32,2 ± 2,2 ^a	29,6 ± 0,7 ^a
Co	1,39 ± 0,01 ^c	1,42 ± 0,07 ^c	1,13 ± 0,02 ^b	0,62 ± 0,05 ^a	1,01 ± 0,03 ^b
Ni	3,03 ± 0,06 ^b	4,69 ± 0,17 ^c	1,96 ± 0,0 ^a	1,83 ± 0,20 ^a	2,96 ± 0,08 ^b
Cu	68,9 ± 0,6 ^c	146,8 ± 3,0 ^d	50,1 ± 0,2 ^b	51,5 ± 0,5 ^b	16,2 ± 0,1 ^a
Zn	59,3 ± 0,9 ^b	63,8 ± 2,0 ^b	63,5 ± 4,5 ^b	32,9 ± 4,6 ^a	53,2 ± 3,3 ^b
As	5,15 ± 0,06 ^b	4,14 ± 0,49 ^a	4,02 ± 0,18 ^a	6,37 ± 0,20 ^c	6,34 ± 0,01 ^c
Se	0,44 ± 0,03 ^c	0,19 ± 0,01 ^{ab}	0,16 ± 0,02 ^a	0,71 ± 0,04 ^d	0,26 ± 0,02 ^b
Sr	141,4 ± 1,2 ^c	72,3 ± 0,0 ^{ab}	89,0 ± 1,2 ^b	59,0 ± 11,4 ^a	70,1 ± 0,1 ^{ab}
Mo	0,36 ± 0,01 ^a	0,26 ± 0,02 ^a	0,52 ± 0,01 ^b	1,10 ± 0,03 ^d	0,63 ± 0,04 ^c
Cd	0,43 ± 0,01 ^d	0,14 ± 0,01 ^c	0,06 ± 0,00 ^b	0,02 ± 0,00 ^a	0,06 ± 0,00 ^b
Sn	0,81 ± 0,03 ^b	0,15 ± 0,00 ^a	0,11 ± 0,00 ^a	0,15 ± 0,02 ^a	0,17 ± 0,01 ^a
I	281,5 ± 6,7 ^c	114,0 ± 0,8 ^b	120,3 ± 14,1 ^b	93,4 ± 5,3 ^b	45,1 ± 0,1 ^a
Pb	1,47 ± 0,05 ^b	1,45 ± 0,17 ^b	0,62 ± 0,01 ^a	1,66 ± 0,12 ^{bc}	2,03 ± 0,16 ^c

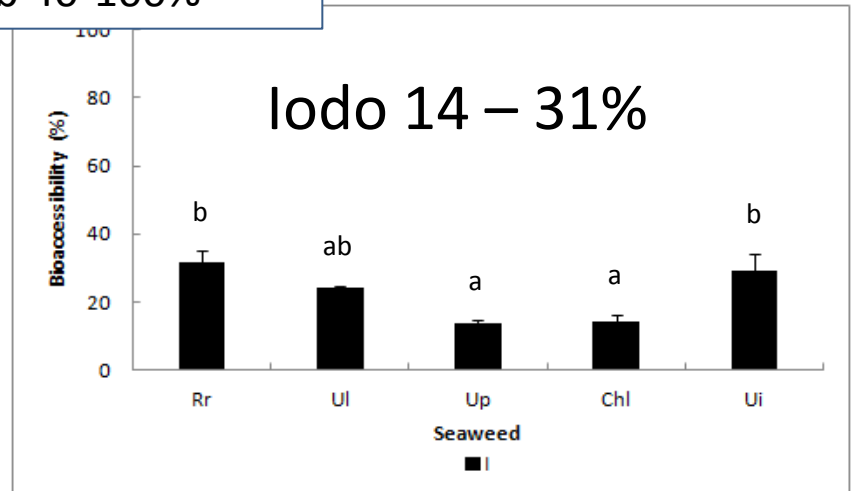
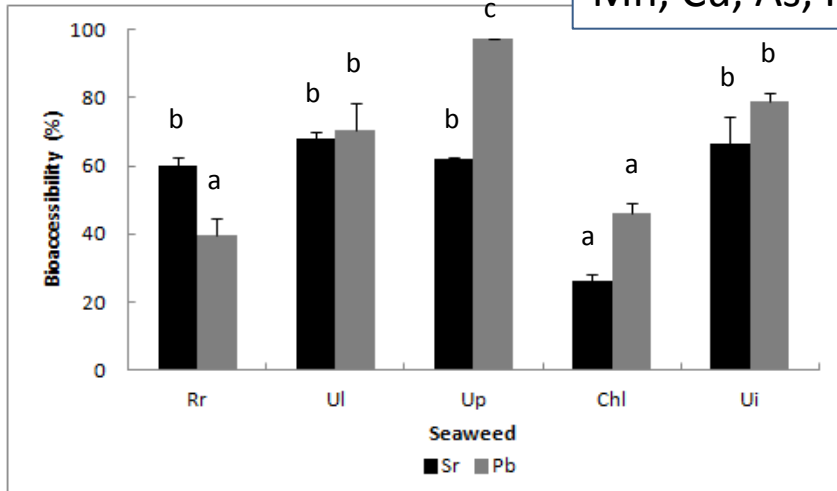
Valores apresentados como média±desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha representam diferenças estatísticas ($p < 0.05$).

Hg < 0.0015 mg/kg dw

Bioaccessibilidade (%) provenientes das 5 espécies de macroalgas verdes (Rr - *Rhizoclonium riparium*, Ul - *Ulva lactuca*, Up - *Ulva prolifera*, Chl - *Chaetomorpha linum*, Ui - *Ulva intestinalis*).



Mn, Cu, As, Pb 40-100%



Iodo 14 – 31%

Então, para estimar a ingestão diária de um dados elemento é importante ter-se em conta os resultados da bioacessibilidade

Iodo na *R. riparium* como exemplo:

I DRI of 150 µg adultos (IOM, 2004)

I UL – 1,100 µg/dia (NRC, 2000)

Antes da digestão

281,5 ± 6,7 mg I/kg dw

0.5 g *R. riparium* seca é suficiente para se atingir a DRI para o I e atendendo ao UL um consumo diário de 4 g desta alga seca pode representar um perigo

Depois da digestão

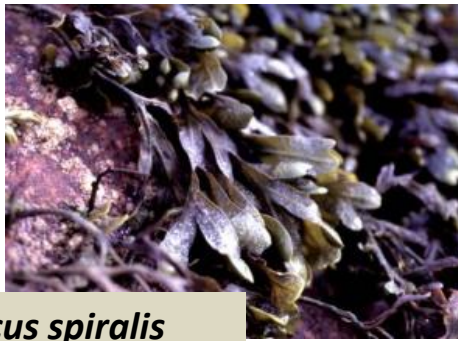
88,6 ± 10,4 mg I/kg dw

2 g de *R. riparium* seca cobre o DRI para o I e o perigo de exceder o UL ocorre para consumos de 13 g de *R. riparium* seca

Os resultados do cálculo do iodo bioacessível mostram que necessitamos ingerir uma maior quantidade de macroalga seca de forma atingir as recomendações diatéticas diárias deste elemento.



Original Research Article

Bioaccessibility of target essential elements and contaminants from *Fucus spiralis*João Francisco^{a,b,*}, Carlos Cardoso^{b,c,*}, Narcisca Bandarra^{b,c}, Pedro Brito^b, André Horta^a, Rui Pedrosa^a, Maria M. Gil^a, Inês Margarida Delgado^d, Isabel Castanheira^d, Cláudia Afonso^{b,c}***Fucus spiralis*****Table 2**Essential element composition (Mg, Mn, Co, and I) of *F. spiralis* before (Initial) and after the *in vitro* digestion (Bio) and their bioaccessibility percentages (Bioac).

Mg			Iodo		Mn			Co		
Initial	Bio	Bioac	(µg/g)	(µg/g)	Initial	Bio	Bioac	Initial	Bio	Bioac
(µg/g)	(µg/g)	(%)			(µg/g)	(µg/g)	(%)	(ng/g)	(ng/g)	(%)
± 0.06*	± 0.06*	65.6 ± 1.6§	35.1 ± 1.5*	16.8 ± 0.4*	3.23 ± 0.06*	2.54 ± 0.07*	78.7 ± 2.4§	85.6 ± 8.3	54.5 ± 7.6	63.6 ± 4.2
± 0.80*	± 0.80*	69.6 ± 0.6§	135 ± 2*	75.0 ± 2.5*	12.8 ± 1.4*	10.3 ± 1.5*	83.2 ± 0.8§	290 ± 36*	193 ± 26*	66.4 ± 1.1

F – Fresh seaweed. Values are presented as average ± standard deviation. §Statistic differences comparing fresh and FD bioaccessibility percentages for the same element (p < 0.05). *Statistic differences comparing the initial values and the bioaccessible values (p < 0.05). §Statistic differences comparing fresh and FD bioaccessibility percentages for the same element (p < 0.05).

Table 4Contaminant elements (As, Cd, Pb, and Hg) from *F. spiralis* before (Initial) and after *in vitro* digestion (Bio) and their bioaccessibility percentages (Bioac).

	As			Cd			Pb			Hg		
	Initial	Bio	Bioac	Initial	Bio	Bioac	Initial	Bio	Bioac	Initial	Bio	Bioac
	(µg/g)	(µg/g)	(%)	(ng/g)	(ng/g)	(%)	(ng/g)	(ng/g)	(%)	(ng/g)	(ng/g)	(%)
F	6.89 ± 0.09*	4.22 ± 0.11*	62.2 ± 2.1	166 ± 7*	140 ± 8*	84.2 ± 0.6§	89.2 ± 19.6	78.9 ± 18.9	88.5 ± 3.2	3.40 ± 1.70	–	–
FD	24.4 ± 2.0*	15.2 ± 1.2*	62.4 ± 0.3	544 ± 34*	470 ± 35*	87.1 ± 0.8§	130 ± 7*	115 ± 6*	88.3 ± 0.1	13.6 ± 6.6	–	–

F – Fresh seaweed. FD – Freeze-dry seaweed. Values are presented as average ± standard deviation; F results are presented in wet-weight and FD are in dry-weight. *Statistic differences comparing the initial values and the bioaccessible values (p < 0.05). §Statistic differences comparing fresh and FD bioaccessibility percentages for the same element (p < 0.05).

Perfil mineral

tratamento culinário/hidratação vs Bioacessibilidade (%)



Petalonia binghamiae

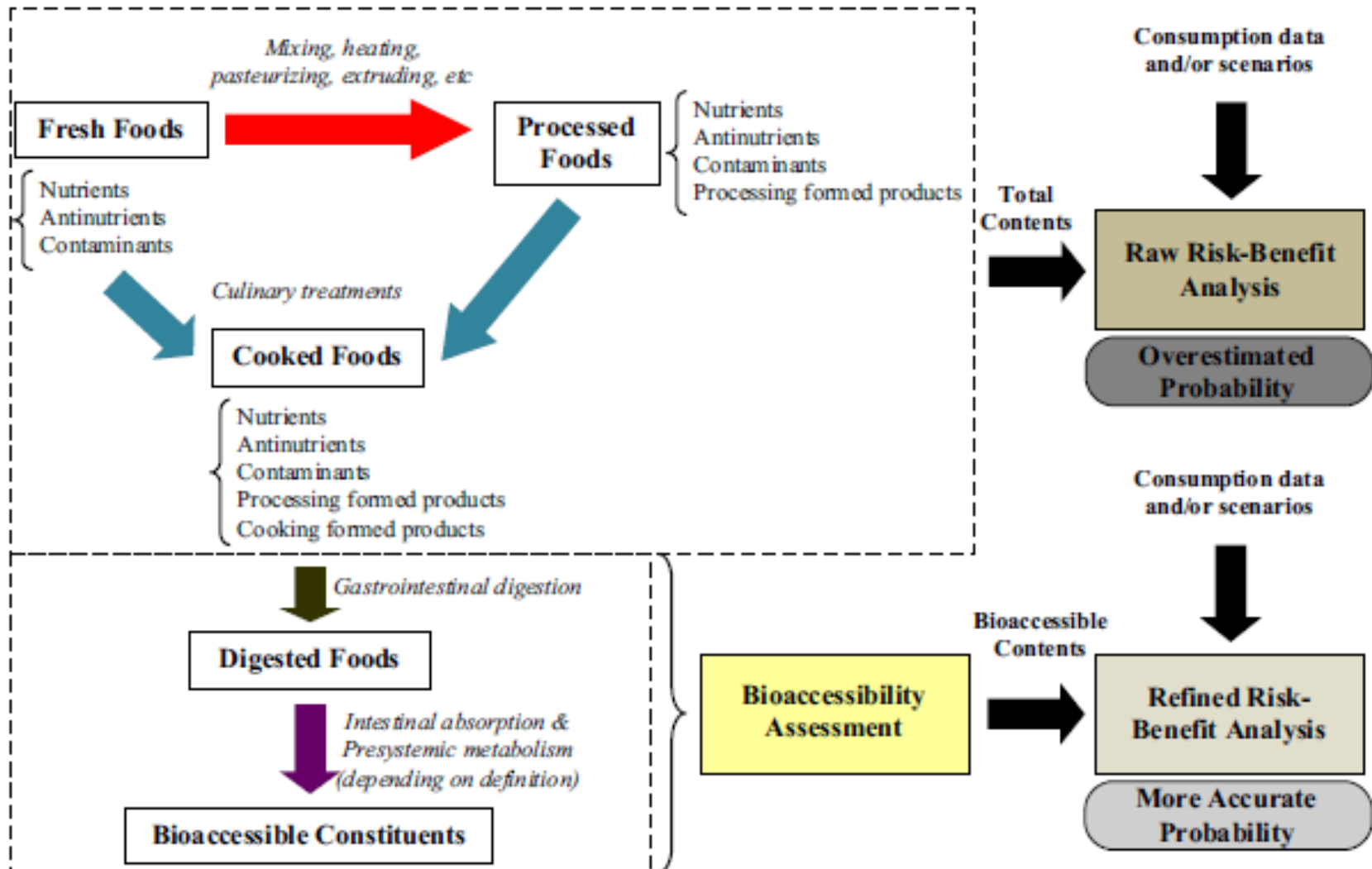
Osmundea pinnatifida

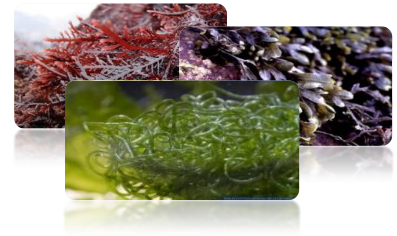
Table 5 – Bioaccessibility of selected elements (in %) from the studied seaweed species *Petalonia binghamiae* and *Osmundea pinnatifida* (sun-dried or rehydrated at 5 °C, 20 °C, 40 °C and 100 °C, and steamed).

Element %	Sun-dried		5°C		20°C		40°C		100°C		Steam	
	<i>P.</i> <i>binghamiae</i>	<i>O.</i> <i>pinnatifida</i>	<i>P.</i> <i>binghamiae</i>	<i>O.</i> <i>pinnatifida</i>	<i>P.</i> <i>binghamiae</i>	<i>O.</i> <i>pinnatifida</i>	<i>P.</i> <i>binghamiae</i>	<i>O.</i> <i>pinnatifida</i>	<i>P.</i> <i>binghamiae</i>	<i>O.</i> <i>pinnatifida</i>	<i>P.</i> <i>binghamiae</i>	<i>O.</i> <i>pinnatifida</i>
Li	74 ± 0 ^{ab}	65 ± 1 ^A	66 ± 0 ^b	62 ± 4 ^A	69 ± 0 ^{ab}	61 ± 7 ^A	75 ± 3 ^a	72 ± 8 ^A	49 ± 2 ^c	66 ± 3 ^A	65 ± 4 ^b	57 ± 2 ^A
Mn	23 ± 3 ^a	27 ± 1 ^A	38 ± 11 ^a	28 ± 0 ^A	28 ± 0 ^{0a}	27 ± 7 ^A	38 ± 3 ^a	30 ± 4 ^A	19 ± 1 ^a	21 ± 1 ^{AB}	32 ± 3 ^a	8 ± 0 ^B
Co	13 ± 2 ^a	13 ± 2 ^{AB}	18 ± 3 ^a	8 ± 2 ^{ABC}	20 ± 0 ^a	13 ± 4 ^{AB}	17 ± 5 ^a	15 ± 2 ^A	19 ± 1 ^a	6 ± 0 ^{BC}	41 ± 18 ^a	3 ± 0 ^C
Ni	26 ± 5 ^a	82 ± 3 ^A	34 ± 19 ^a	61 ± 9 ^{AB}	26 ± 0 ^a	74 ± 7 ^A	38 ± 11 ^a	70 ± 12 ^{AB}	16 ± 4 ^a	61 ± 1 ^{AB}	35 ± 2 ^a	42 ± 2 ^B
As	65 ± 1 ^a	78 ± 2 ^A	85 ± 8 ^a	100 ± 4 ^B	91 ± 5 ^a	101 ± 1 ^B	78 ± 9 ^a	99 ± 6 ^B	69 ± 8 ^a	98 ± 3 ^B	77 ± 12 ^a	89 ± 1 ^{AB}
Br	82 ± 11 ^a	61 ± 0 ^A	67 ± 4 ^a	43 ± 0 ^C	64 ± 4 ^a	51 ± 2 ^B	69 ± 1 ^a	47 ± 2 ^{BC}	72 ± 3 ^a	55 ± 4 ^{AB}	70 ± 0 ^a	52 ± 2 ^B
Sr	17 ± 3 ^a	52 ± 1 ^{AB}	22 ± 1 ^a	78 ± 5 ^A	22 ± 5 ^a	58 ± 6 ^{AB}	30 ± 7 ^a	80 ± 8 ^A	21 ± 1 ^a	73 ± 16 ^{AB}	18 ± 0 ^a	45 ± 1 ^B
Cd	57 ± 3 ^a	69 ± 1 ^A	63 ± 6 ^a	83 ± 0 ^B	73 ± 0 ^a	82 ± 1 ^B	70 ± 0 ^a	90 ± 5 ^B	63 ± 2 ^a	85 ± 2 ^B	66 ± 17 ^a	55 ± 0 ^C
I	69 ± 17 ^a	13 ± 0 ^A	60 ± 4 ^a	11 ± 1 ^A	61 ± 4 ^a	13 ± 1 ^A	66 ± 1 ^a	12 ± 1 ^A	57 ± 1 ^a	14 ± 2 ^A	63 ± 1 ^a	13 ± 0 ^A

Values are presented as average±standard deviation. Different lower cases letters within a row correspond to statistical differences ($p < 0.05$) in *Petalonia binghamiae*. Different upper cases letters within a row correspond to statistical differences ($p < 0.05$) in *Osmundea pinnatifida*.

Compostos, Tratamento culinário/hidratação e Bioacessibilidade vs Risco-benefício





- ✓ As **macroalgas** podem ser uma **fonte preciosa de compostos** mas podem também **apresentar contaminantes**,
- ✓ Os **teores de nutrientes e contaminantes** podem ser **variáveis** dependendo da **espécie, época do ano, ambiente, etc;**
- ✓ para **estimar a ingestão dietética adequada** de compostos alvo provenientes de **macroalgas**, é importante ter em **consideração os resultados da bioacessibilidade**.

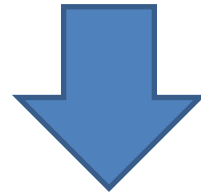
As MA possuem um grande potencial para alimentos inovadores



Porém, importa conhecer para recomendar e aplicar



Deve-se investir no conhecimento dos compostos, propriedades biológicas, avaliação da bioacessibilidade e efeitos na saúde associados a consumo de macroalgas



**Eficaz avaliação do risco-benefício das macroalgas,
adicionando conhecimento & valor**

O trabalho experimental recebeu apoio financeiro dos projectos AQUAMAX (Ref.: 16-02-01-FMP-0047) e I9+ PROALGA (Ref.: 16-01-03-FMP-0011).



Este trabalho foi financiado pelas bolsas de pós-doutoramento de Carlos Cardoso, Ref. FCT SFRH/BPD/102689/2014, e Cláudia Afonso, Ref. DIVERSIAQUA (MAR2020, 16-02-01-FEAM-66), bem como pela bolsa doutoral de Joana Matos, Ref. FCT SFRH/BD/129795/2017



Carlos Cardoso



Cláudia Afonso



Ana Gomes Bispo



Romina Gomes



Narcisa Bandarra

**Muito obrigada pela
atenção!**



Júlia Ferreira



João Francisco



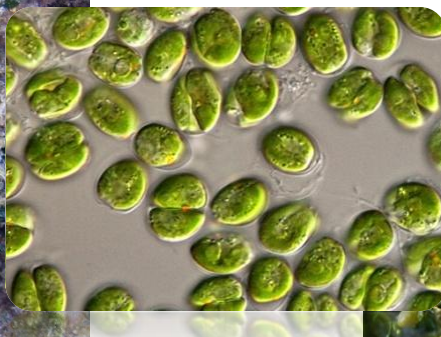
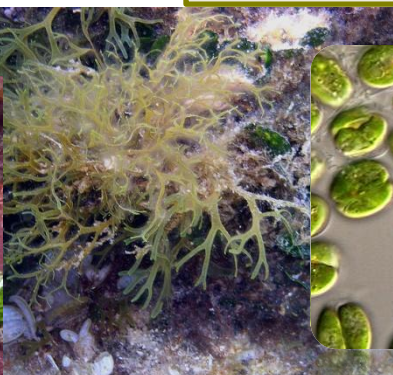
Joana Matos

cafonso@ipma.pt

VIII ACÇÃO DE INTERACÇÃO - 29 de Maio de 2019

Cultivo de novas espécies com potencial aplicação em aquacultura, biotecnologia e outras indústrias

Local: EPPO – Estação Piloto de Piscicultura de Olhão



Avaliação do potencial em bioactividade antioxidante e anti-inflamatória de um conjunto representativo de micro- e macroalgas

OBJECTIVOS

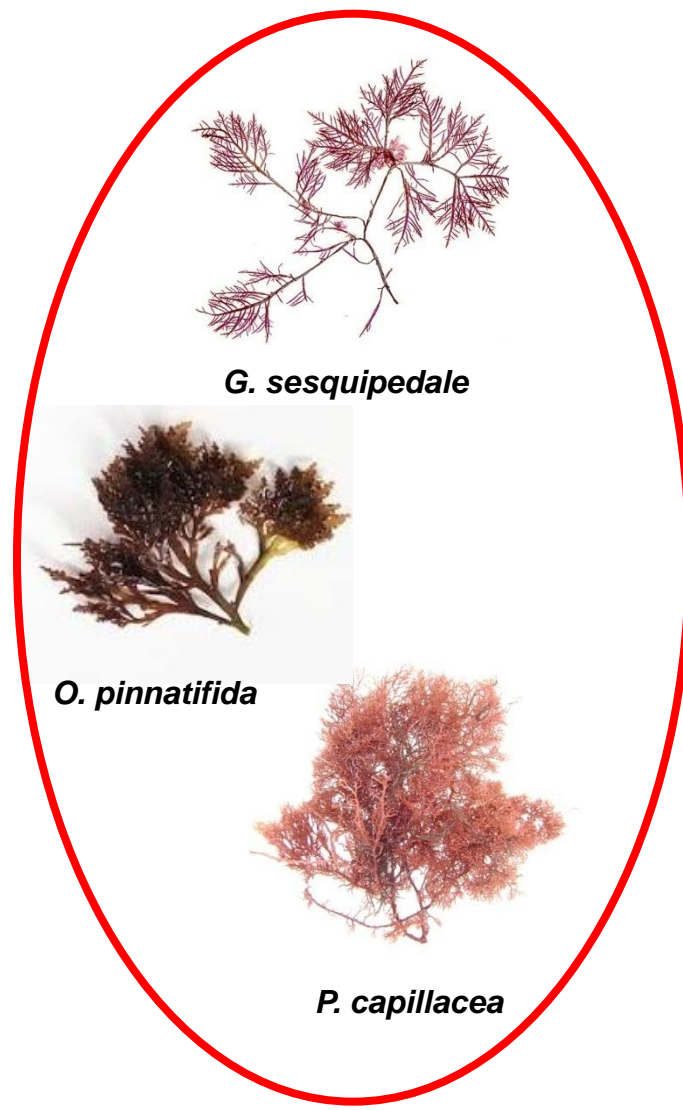
- **Determinação de bioactivos relevantes em micro- & macroalgas**
- **Quantificação da actividade antioxidante das algas**
- **Avaliação da actividade anti-inflamatória das algas**
- **Correlação e interpretação dos resultados**

ALGAS ESTUDADAS:

ALGAS CASTANHAS

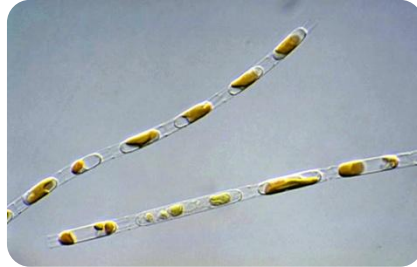


ALGAS VERMELHAS

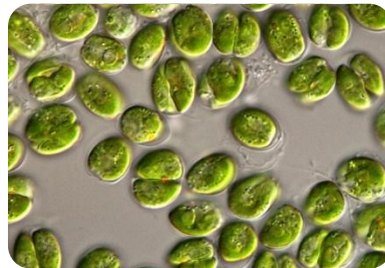


ALGAS ESTUDADAS:

MICROALGAS



Skeletonema sp.



Tetraselmis sp. IMP3

ALGAS VERDES



U. intestinalis



R. riparium



U. prolifera



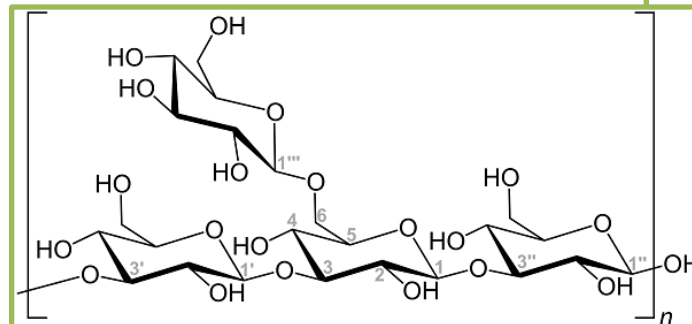
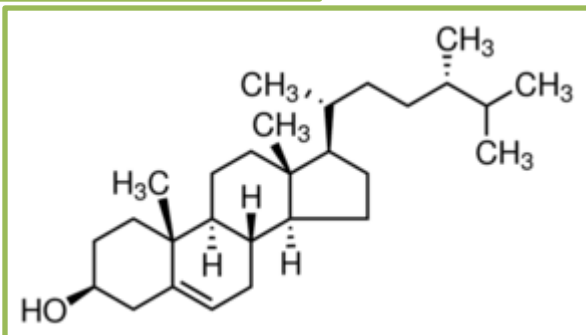
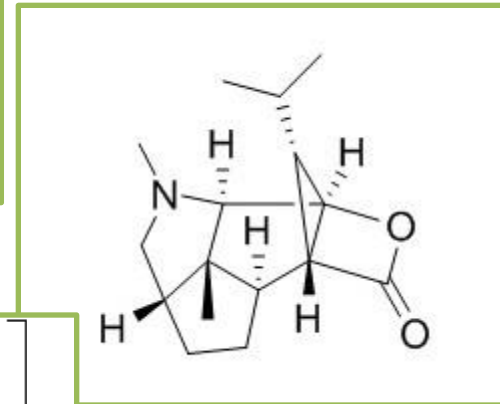
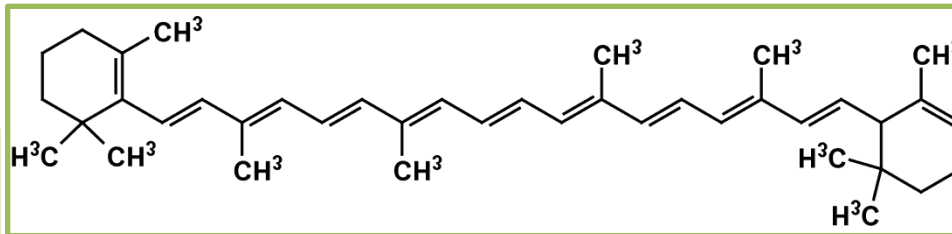
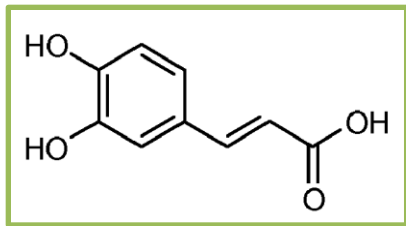
U. lactuca



C. linum

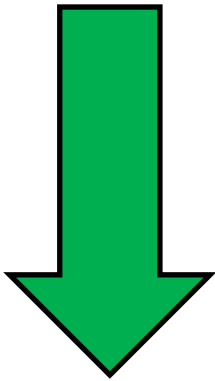
INTRODUÇÃO

- Compostos fenólicos possuem actividade antioxidante
- Polifenóis, carotenóides, fitosteróis e polissacarídeos podem contribuir para a actividade anti-inflamatória



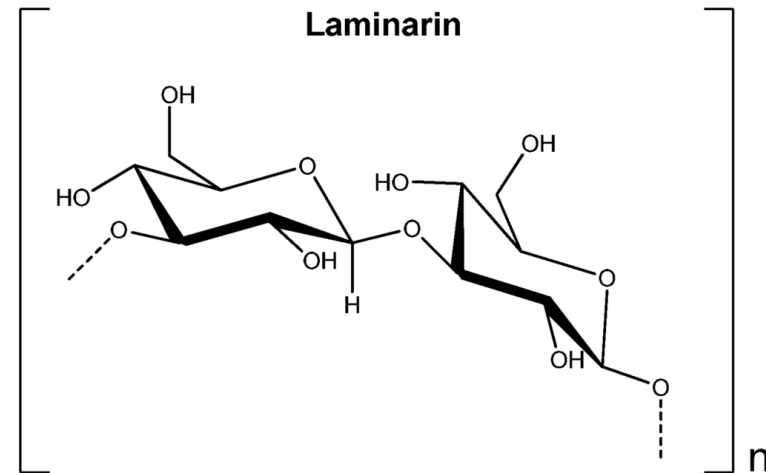
INTRODUÇÃO

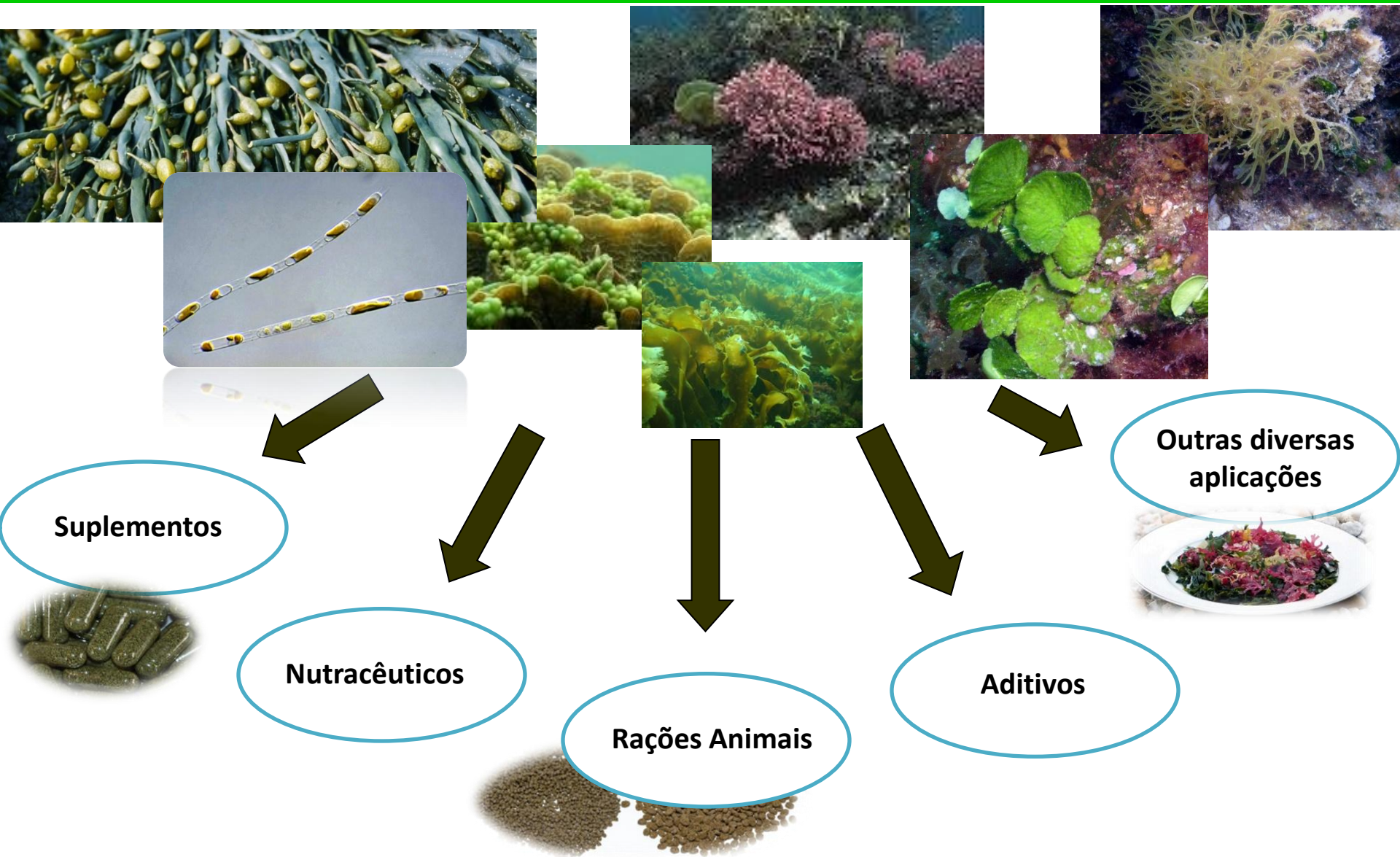
Laminarina, um β -glucano (polissacarídeo) é abundante em macroalgas castanhas e microalgas diatomáceas



Pode ter várias bioactividades:

- Hipocolesterolémica & hipolipidémica
- Immunomoduladora
- Anti-inflamatória





MÉTODOS

Amostras

Microalgas (*Skeletonema* sp. & *Tetraselmis* sp.)

Macroalgas castanhas, verdes e vermelhas



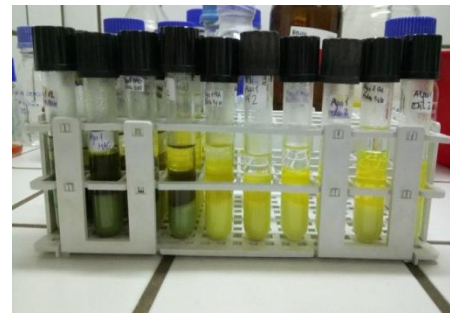
Macroalgas do Atlântico Norte

Análise do Teor Total de Fenóis

Método de Folin-Ciocalteu com medição espectrofotométrica (Singleton & Rossi, 1965)

Análise do Teor em β -glucano (laminarina)

Um 'kit' de doseamento do β -glucano para a detecção e quantificação da laminarina

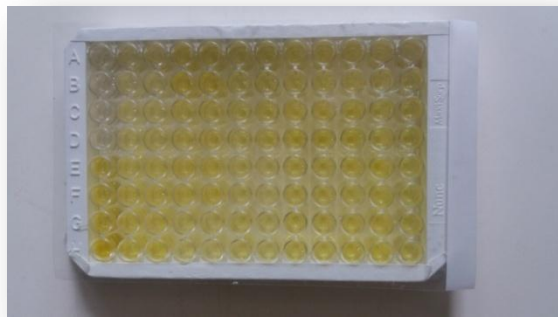


Actividade Antioxidante

Medida por 3 métodos: ABTS (Re et al., 1999), DPPH (Miliauskas et al., 2004) & FRAP (Benzie and Strain, 1996)

Actividade Anti-Inflamatória

Extractos testados *in vitro* numa concentração de 1 mg/ml com recurso a um 'kit' comercial baseado na inibição da ciclooxygenase-2 (COX-2)



RESULTADOS



Extractos Aquosos

Extractos Etanólicos

TEOR FENÓLICO

mg EAG/100 g p.s.

P. binghamiae

H. scoparia

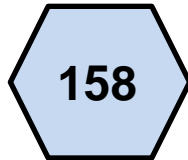
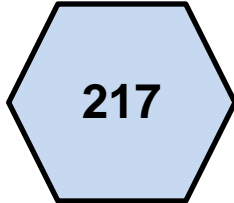
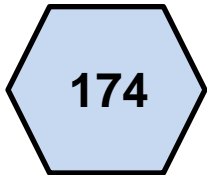
O. pinnatifida

A. esculenta

S. latissima

P. capillacea

G. sesquipedale



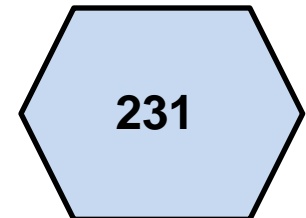
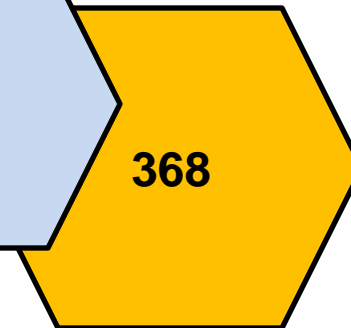
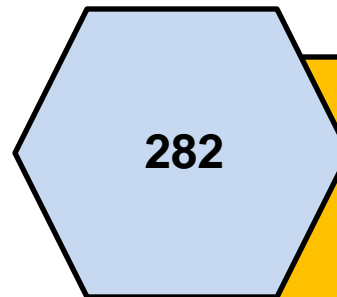
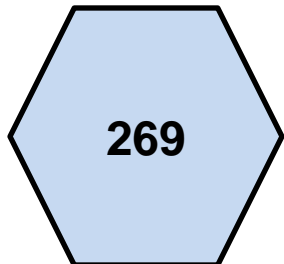
U. prolifera

U. intestinalis

R. riparium

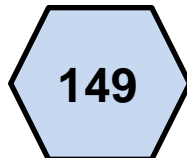
Skeletonema sp.

Tetraselmis sp.



U. lactuca

C. linum



RESULTADOS

TEOR FENÓLICO

- **Nível fenólico entre 10 e 370 mg EAG/100 g p.s.**
- **Nos extractos aquosos, *Skeletonema* sp. apresentou o teor fenólico mais elevado**
- **Nos extractos etanólicos, *Skeletonema* sp. também apresentou o teor fenólico mais elevado**
- **Não houve tendência clara na relação entre os extractos aquosos e os etanólicos**

RESULTADOS

TEOR FENÓLICO

mg EAG/100 g p.s.



Bioacessível

U. prolifera

U. intestinalis

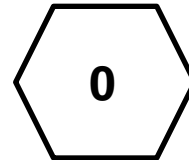
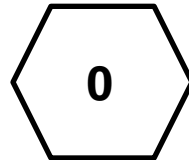
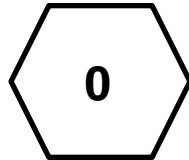
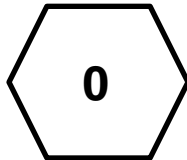
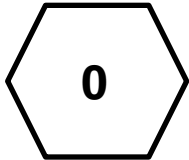
R. riparium

U. lactuca

C. linum

A. esculenta

S. latissima



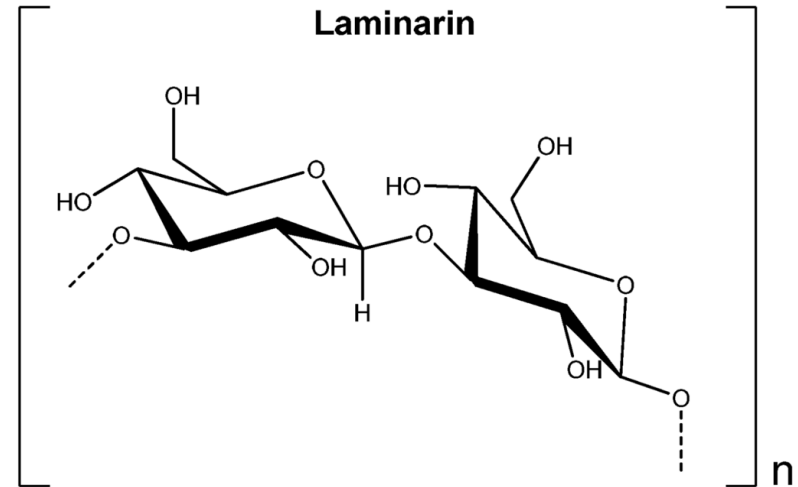
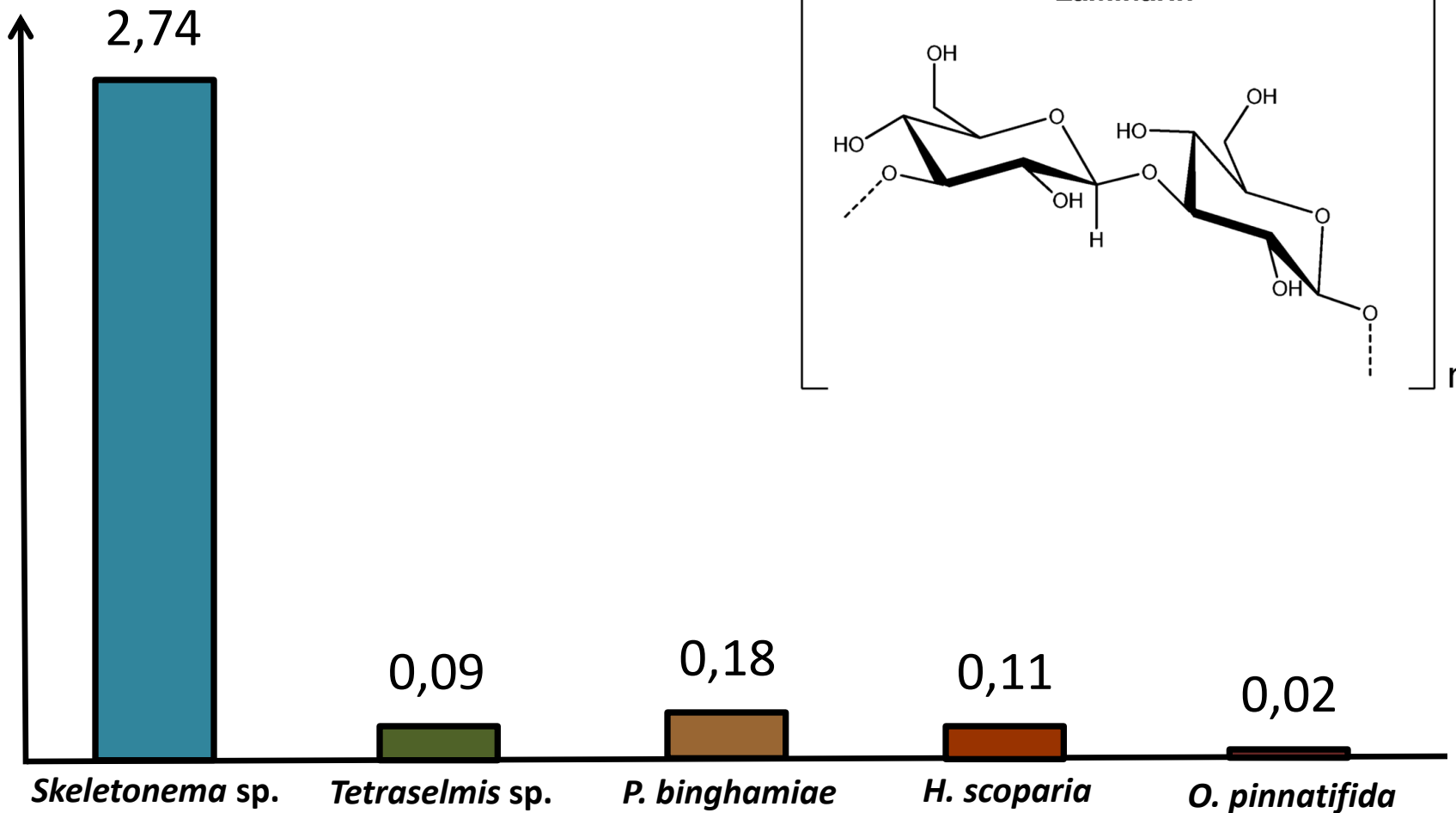
▪ Na fracção bioacessível, os teores fenólicos foram muito baixos

▪ Extractos de algas podem ser necessários para aumentar a bioacessibilidade dos compostos fenólicos

TEOR DE β -GLUCANO

RESULTADOS

β -Glucano (% p./p.s.)



RESULTADOS

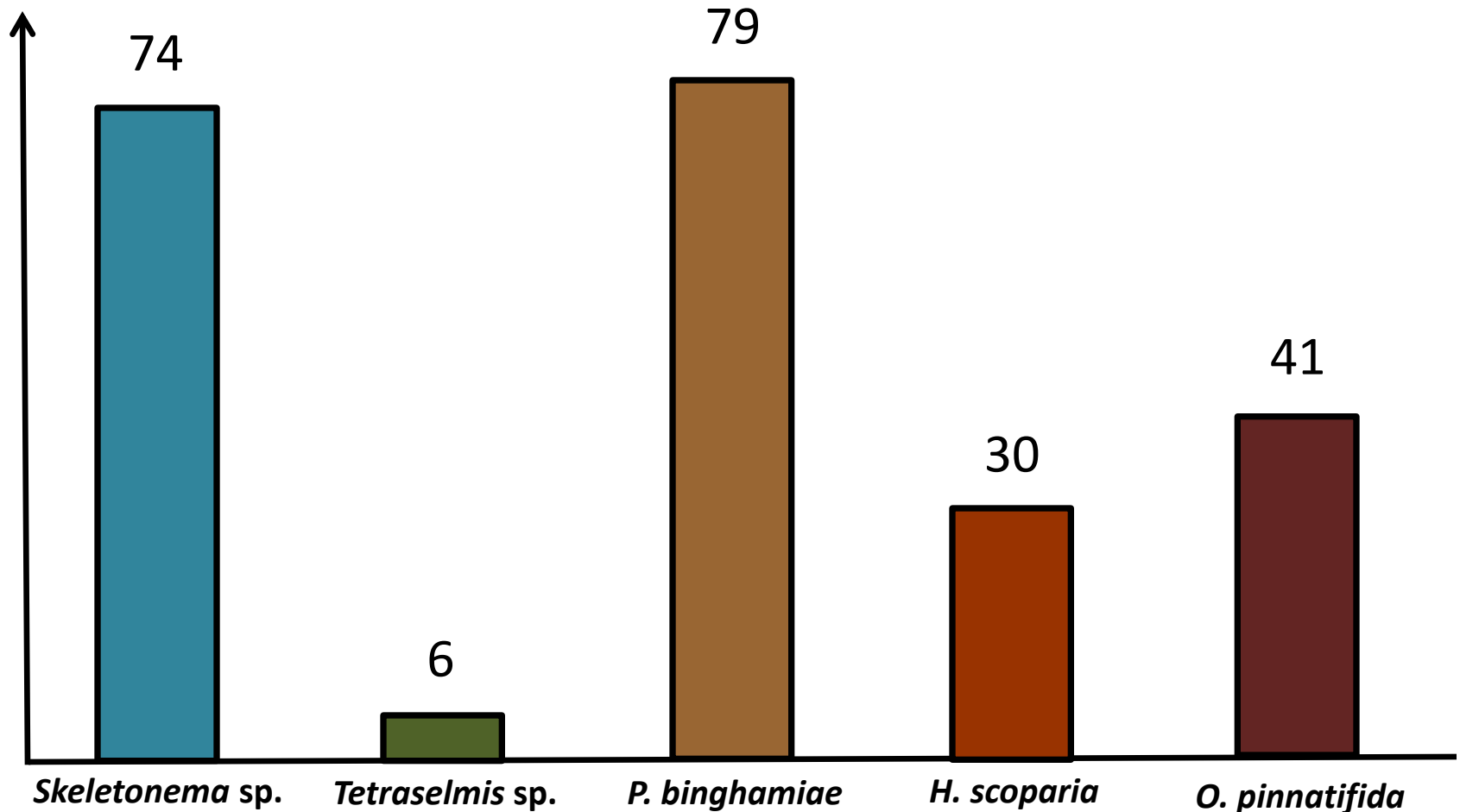
TEOR DE β -GLUCANO

- Teor de β -Glucano (laminarina) foi baixo nas espécies estudadas de macroalgas
- A alga vermelha *O. pinnatifida* evidenciou o teor mais baixo e a alga castanha *P. binghamiae* o teor mais elevado
- Teor de β -Glucano foi particularmente elevado na microalga *Skeletonema* sp.

RESULTADOS

ANTIOXIDANTE

DPPH (% inibição) DPPH - EXTRACTOS AQUOSOS

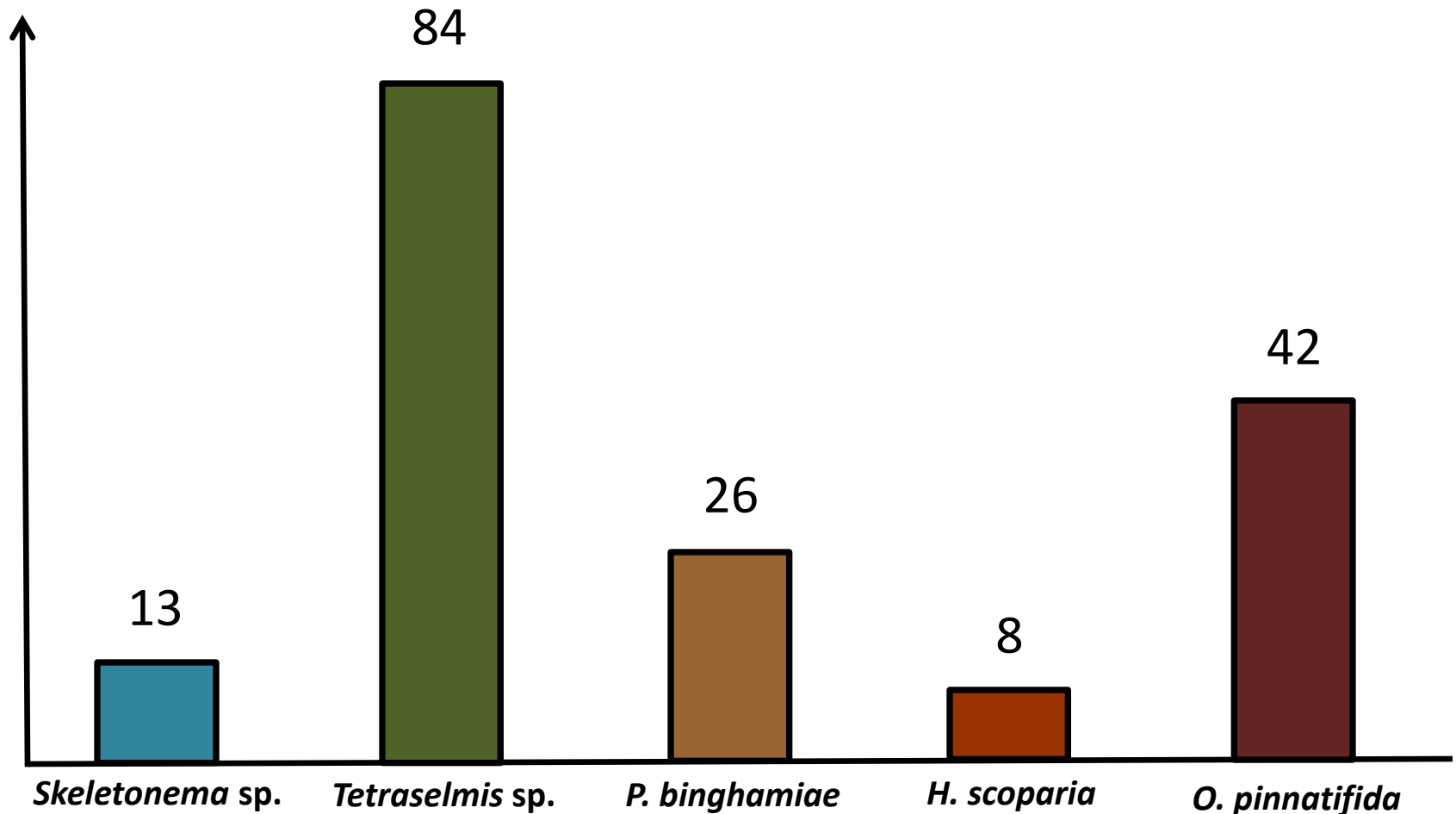




RESULTADOS

ANTIOXIDANTE

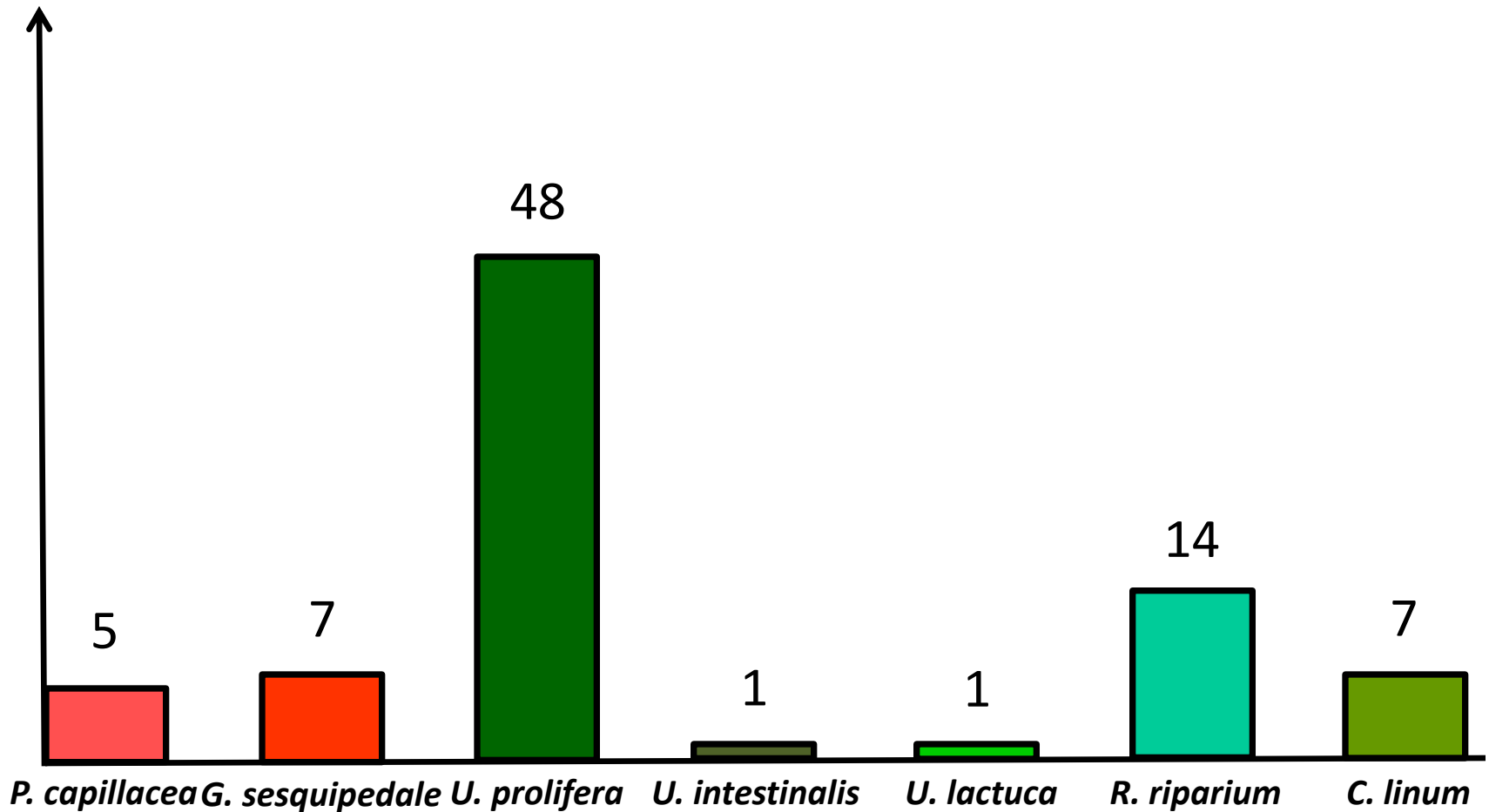
DPPH (% inibição) DPPH - EXTRACTOS ALCOÓLICOS



RESULTADOS

ANTIOXIDANTE

DPPH (% inibição) DPPH - EXTRACTOS ALCOÓLICOS



RESULTADOS

ANTIOXIDANTE

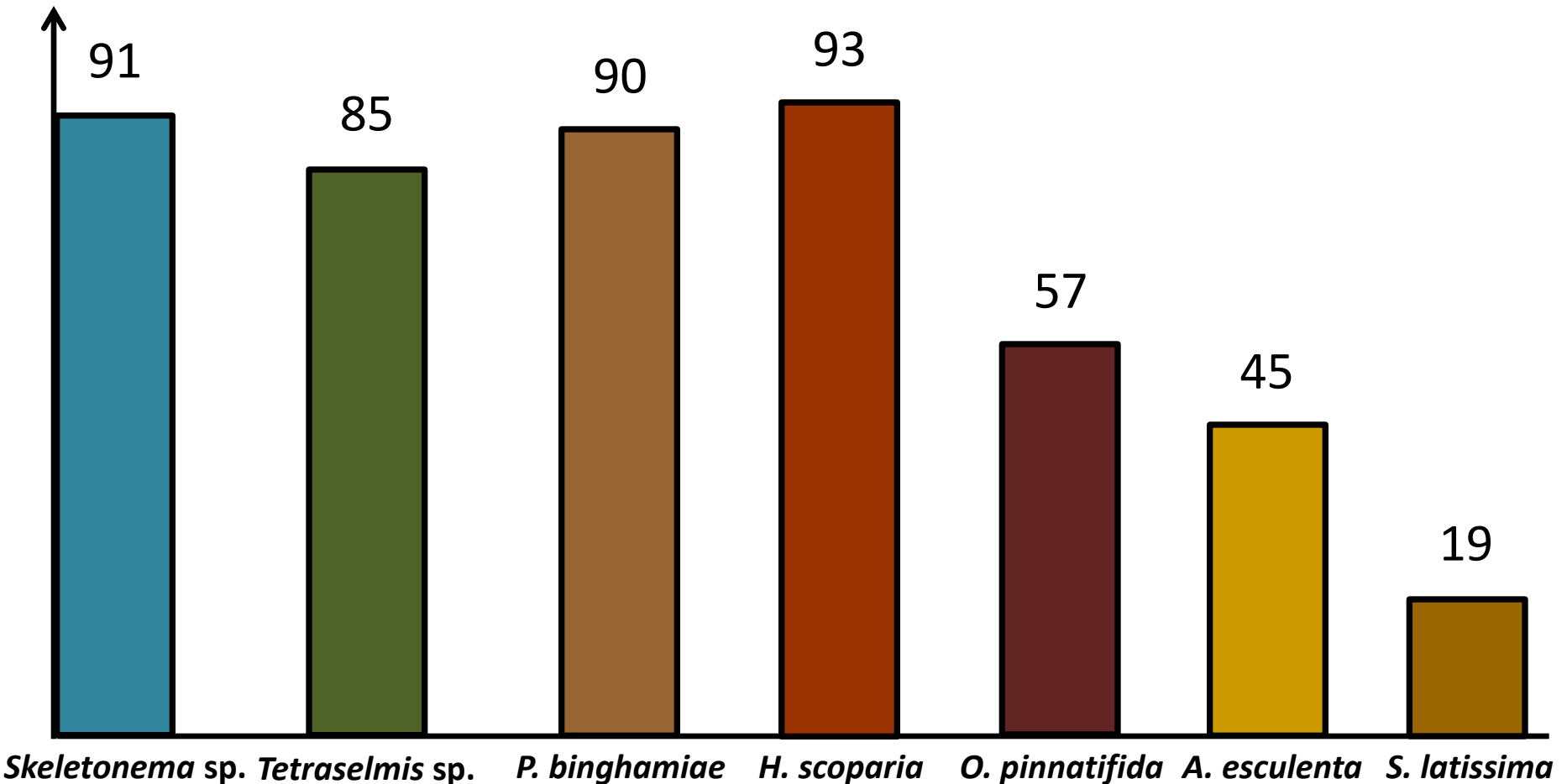
- No caso da *Skeletonema* sp. e macroalgas estudadas, extractos aquosos exibiram actividade antioxidante mais alta do que os extractos alcoólicos
- Entre os extractos aquosos, *P. binghamiae* mostrou níveis mais elevados do que outras espécies de macroalgas
- Nos extractos alcoólicos, o nível mais elevado foi atingido pela *Tetraselmis* sp. e o mais baixo por algumas algas verdes



RESULTADOS

ANTIOXIDANTE

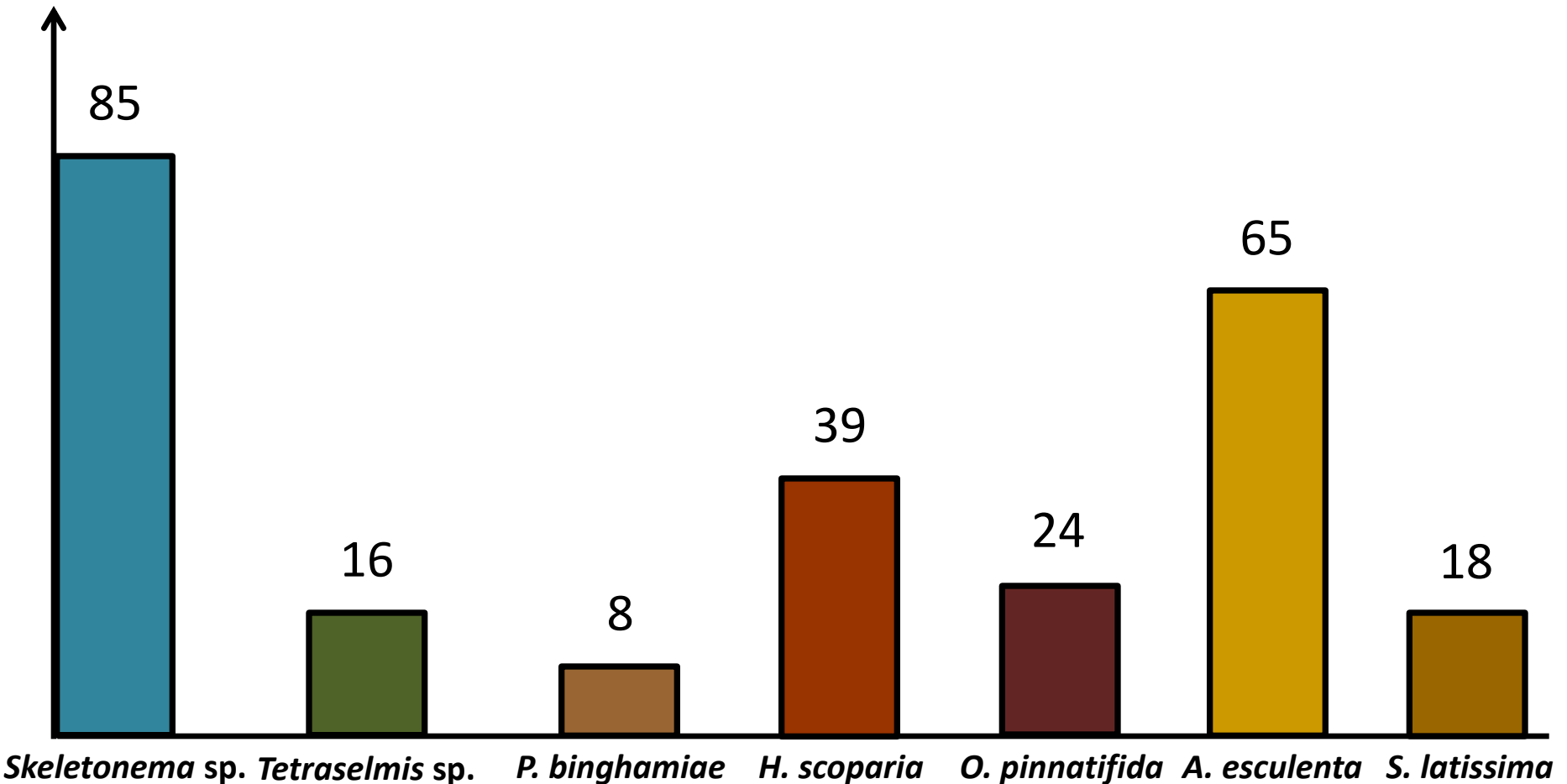
ABTS (% inibição) ABTS - EXTRACTOS AQUOSOS



RESULTADOS

ANTIOXIDANTE

ABTS (% inibição) ABTS - EXTRACTOS ALCOÓLICOS



RESULTADOS

ANTIOXIDANTE

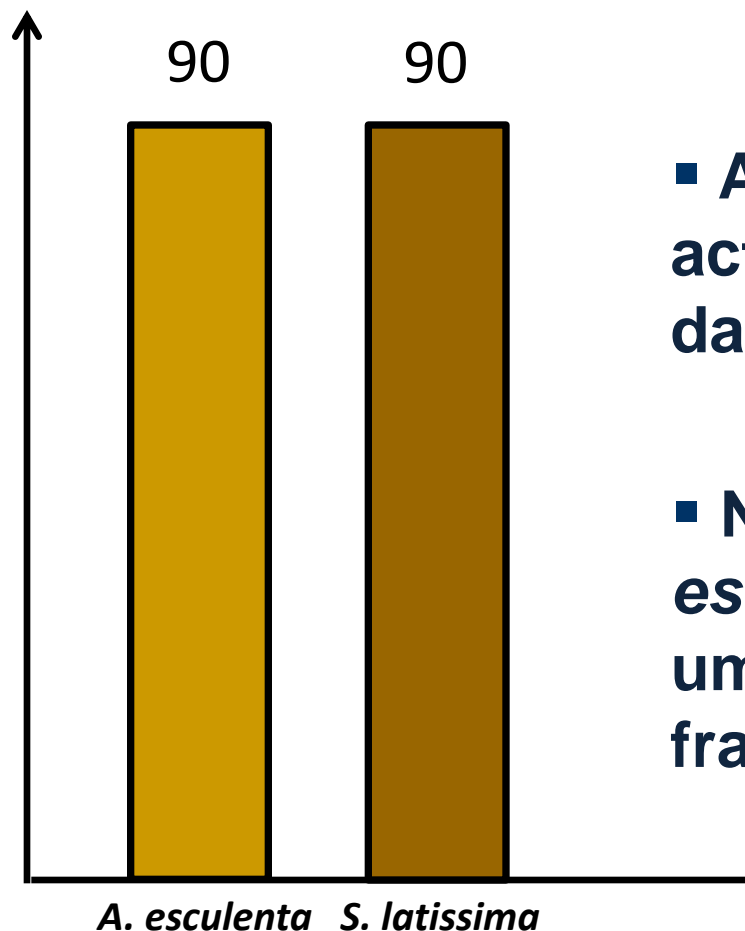
- Nos extractos aquosos, a actividade antioxidante, tal como medida pelo ABTS, foi mais elevada na *H. scoparia* do que noutras espécies de algas
- O extracto aquoso da *S. latissima* mostrou um efeito no ABTS modesto
- Os extractos alcoólicos de *Skeletonema* sp. e *A. esculenta* destacaram-se pela elevada actividade antioxidante



RESULTADOS

ANTIOXIDANTE

ABTS (% inibição) ABTS – FRACÇÃO BIOACESSÍVEL



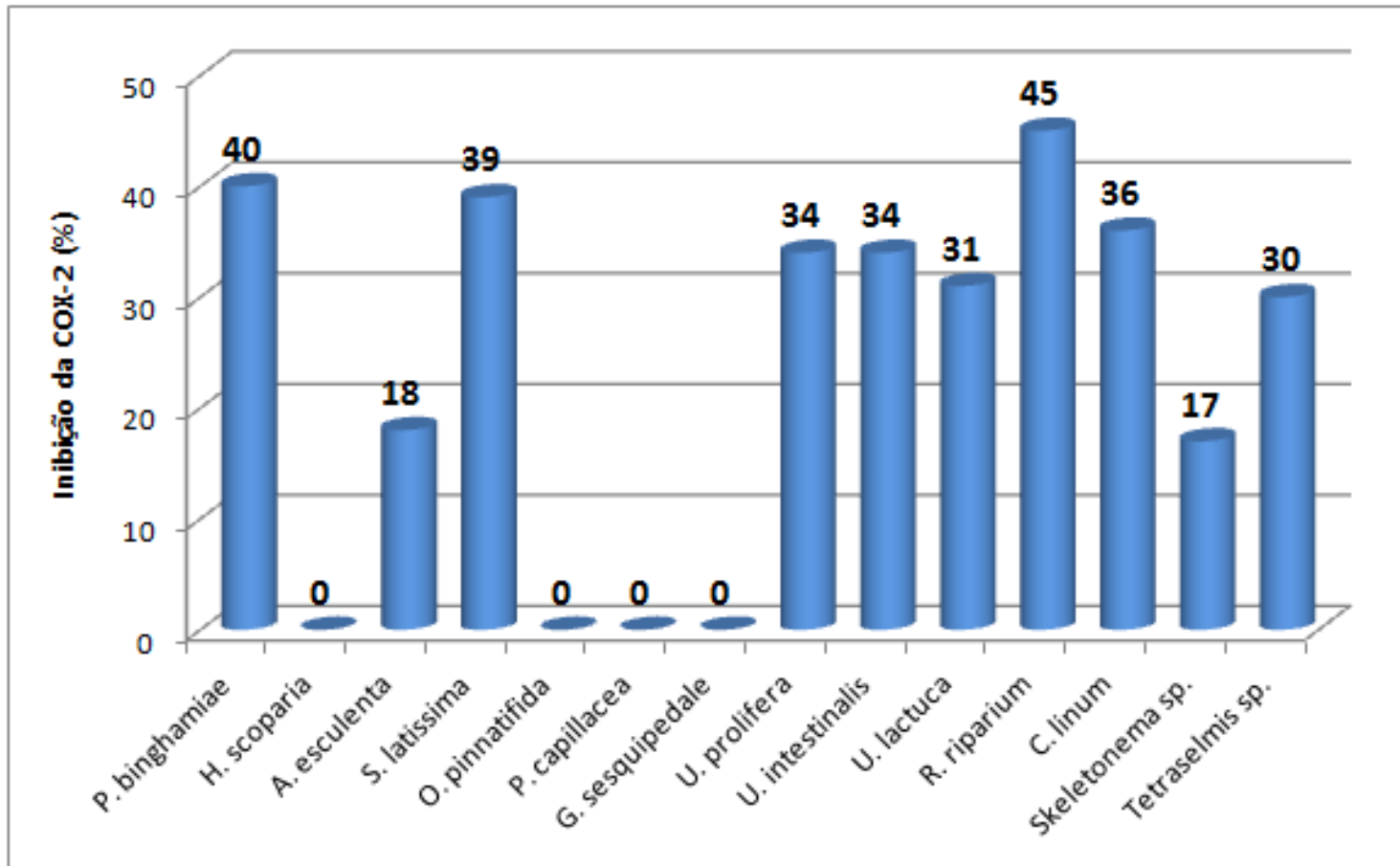
- A fracção bioacessível não mostrou actividade antioxidante na maior parte das algas
- Nos casos das algas castanhas *A. esculenta* e *S. latissima* verificou-se uma alta actividade antioxidante na fracção bioacessível



RESULTADOS

ACTIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA

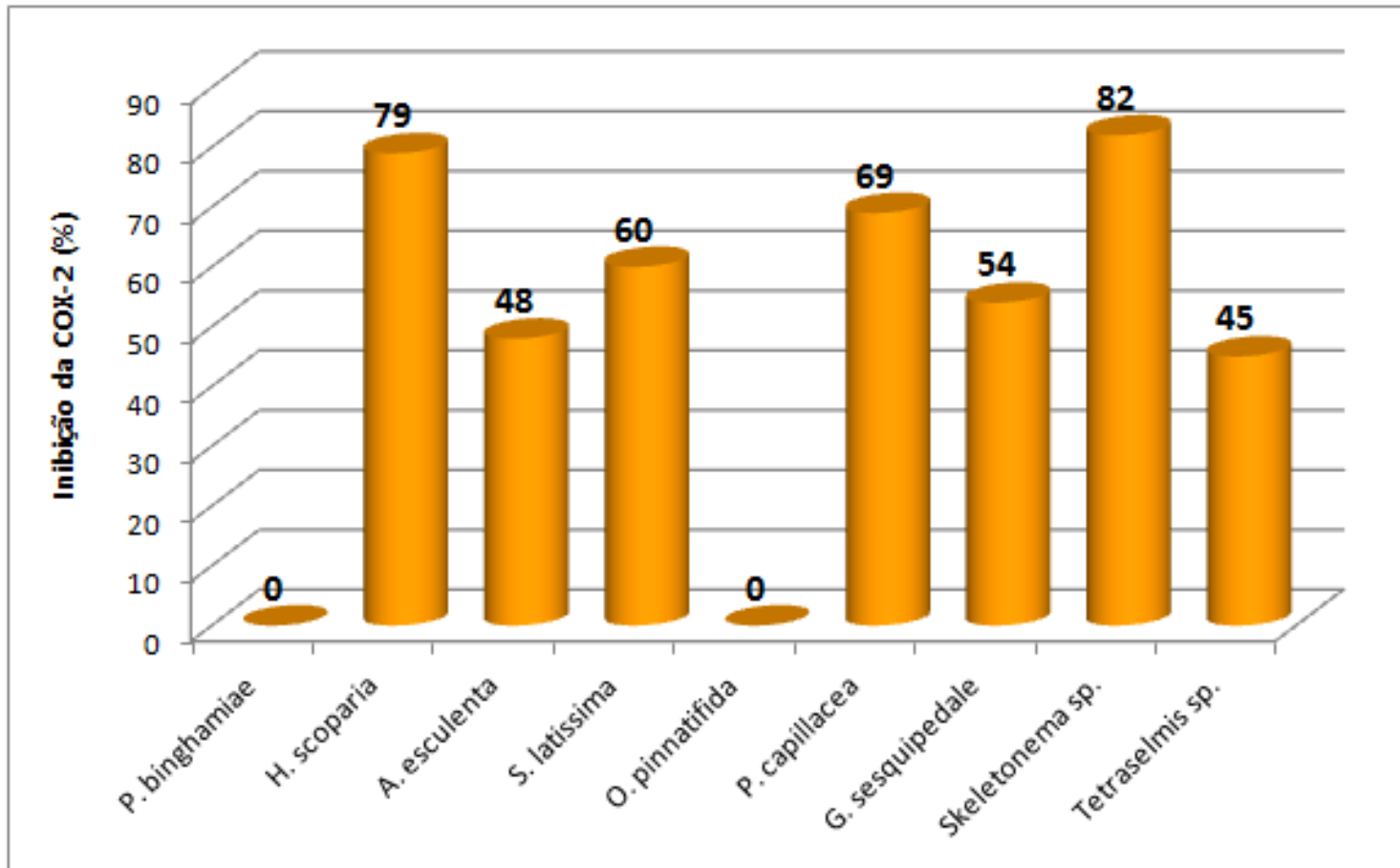
ACTIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA - EXTRACTOS AQUOSOS



RESULTADOS

ACTIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA

ACTIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA - EXTRACTOS ETANÓLICOS



RESULTADOS

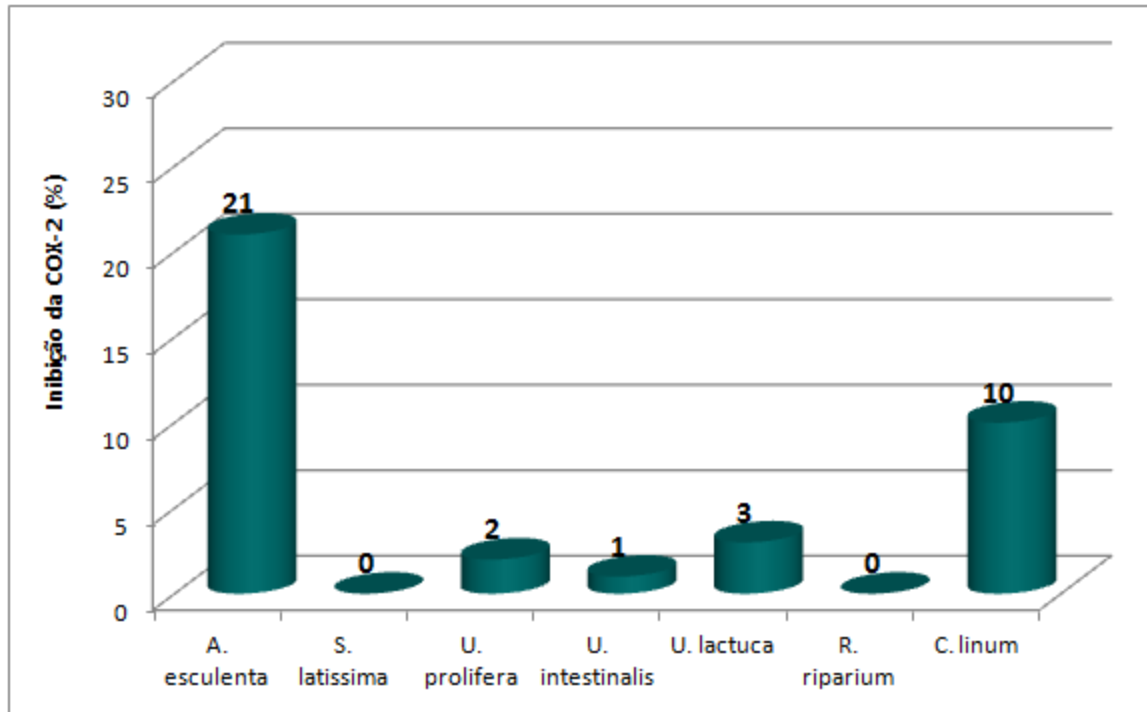
ACTIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA

- Os extractos etanólicos tiveram em muitos casos maior actividade anti-inflamatória do que os extractos aquosos
- Entre os extractos aquosos, a alga verde *R. riparium* evidenciou a mais elevada actividade anti-inflamatória
- A nível dos extractos etanólicos, a *Skeletonema* sp. mostrou uma elevadíssima actividade anti-inflamatória

RESULTADOS

ACTIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA

ACTIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA - BIOACESSÍVEL



- A *A. esculenta* mostrou alguma actividade anti-inflamatória na fracção bioacessível

CONCLUSÕES

- ✓ Níveis significativos de substâncias fenólicas foram encontrados nas algas
- ✓ Os teores de β -glucano foram muito baixos com excepção da *Skeletonema* sp.
- ✓ Os métodos DPPH & ABTS indicaram os extractos aquosos de *P. binghamiae* e *H. scoparia* como os mais antioxidantes
- ✓ A actividade anti-inflamatória mais elevada foi detectada no extracto etanólico de *Skeletonema* sp.
- ✓ Das algas estudadas, *P. binghamiae*, *H. scoparia* e *Skeletonema* sp. mostraram o maior potencial nutracêutico

AGRADECIMENTOS

O trabalho experimental foi financiado pelos projectos AQUAMAX (Ref.: 16-02-01-FMP-0047) & I9+ PROALGA (Ref.: 16-01-03-FMP-0011).

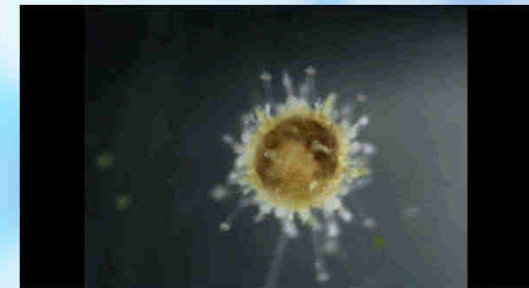


O trabalho foi apoiado pelas bolsas individuais de pós-doutoramento de Carlos Cardoso, Ref. FCT SFRH/BPD/102689/2014, e Cláudia Afonso, Ref. DIVERSIAQUA (MAR2020, 16-02-01-FEAM-66) e pela bolsa doutoral de Joana Matos, Ref. FCT SFRH/BD/129795/2017

Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal



VIII ACÇÃO DE INTERACÇÃO
29 de Maio de 2019



Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal



Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal



Produção em Aquacultura

- Recurso pesqueiro não sustentável
- Recente, embora investigado em vários países;
- Difícil de completar todo o ciclo de vida em cativeiro;
- Transição de larvas planctônicas para juvenis bentônicos representa uma fase muito crítica;
- Captura de indivíduos selvagem e alimentando-os até a maturação das gónadas.

Reprodutores

Ensaio de produção de ouriços-do-mar (*Paracentrotus lividus*) na IPMA com reprodutores capturados na costa do Algarve em 2016 e condicionados em instalações de EPPO.



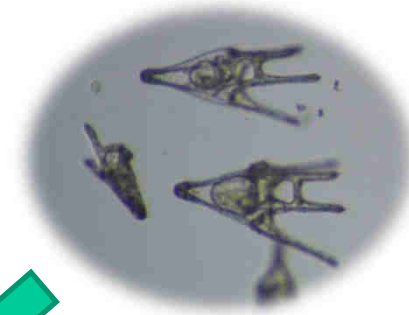
Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal



Stock Reprodutores



Indução



Cultivo larvar



Metamorfose (pelágico – bentónico)



Fixação



Engorda

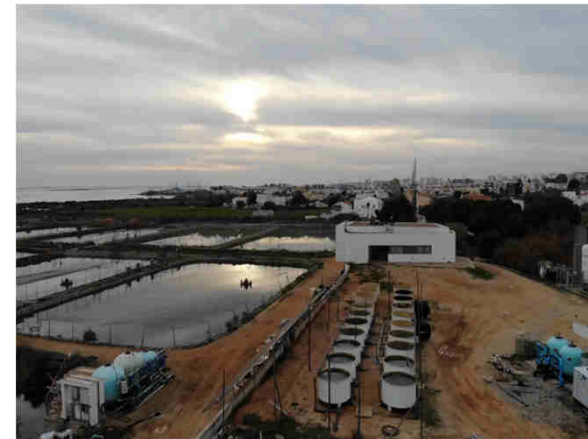


Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal



Reprodutores

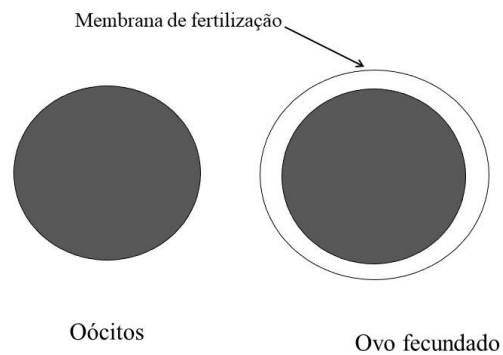
Alimentado com:
macroalgas **Ulva sp.** (recolha em tanques de terra da EPPO) e grãos de milho



Reprodução

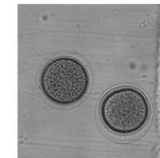
Indução de desova com KCl
(0,5 M)
fertilização in vitro (1:500)

Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal



Incubação

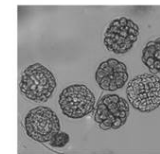
- Aproximadamente 24h
- Arejamento reduzido ou inexistente
- Iluminação reduzida



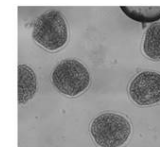
Ovo fecundado



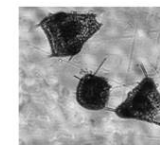
Primeira clivagem
2 horas após fecundação



Mórula
5 horas após fecundação



Blástula
22 horas após fecundação



Gástrula (fase final)
22 horas após fecundação

Cultivo larvar

Condições básicas

- Larva pelágica
- Arejamento reduzido
- Fotoperíodo natural
- Temperatura 19-20°C
- Renovações diárias de 30% (sem circulação)
- Densidade média de cultivo 1500 larvas/litro

Alimentação

Microalgas

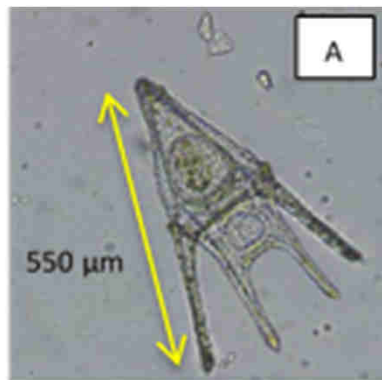
- Diatomáceas: Género *Chaetoceros* e *Skeletonema*
- Criptófita: Género *Rhodomonas*
- Haptófita: Género *Isochrysis*



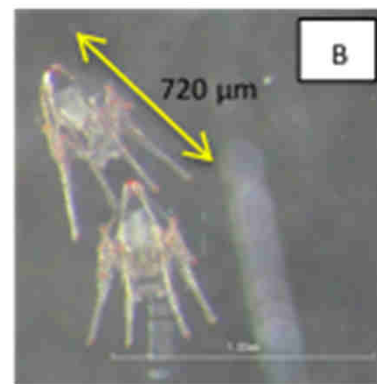
Ensaio presente: uso de cocolitoforídeos (calcário)

Cultivo larvar

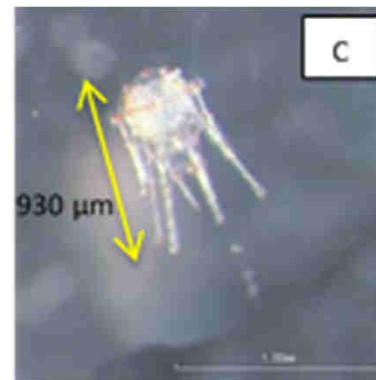
Fases de desenvolvimento



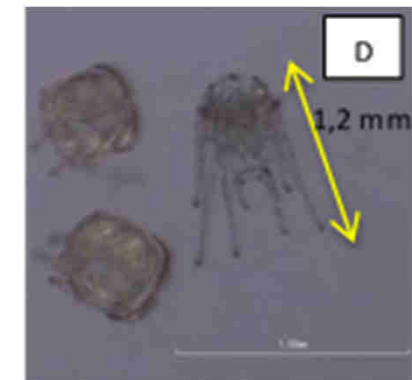
4 braços
0-5 dias



6 braços
6-12 dias



8 braços
13-16 dias



Pré-juvenil
16-18 dias



Cultivo larvar

Ensaio de alimentação de larvas

3 dietas:

Dieta 1- *Rhodomonas* 100%

Dieta 2- *Skeletonema* 100%

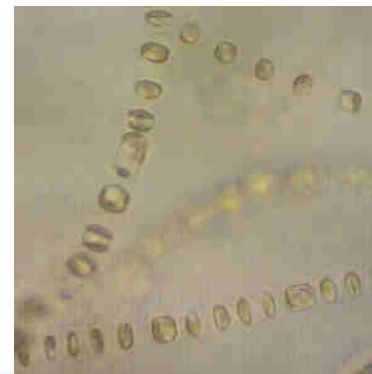
Dieta 3- *Rhodomonas* 50%+ *Skeletonema* 50%



- *Skeletonema* (diatomácea)- Sem referências de utilização
- *Rhodomonas*- Frequentemente referenciada

Design experimental

- 3 tratamentos
- 5 replicados (balões de 6 litros)
- N inicial: 15.000 larva por balão



Skeletonema

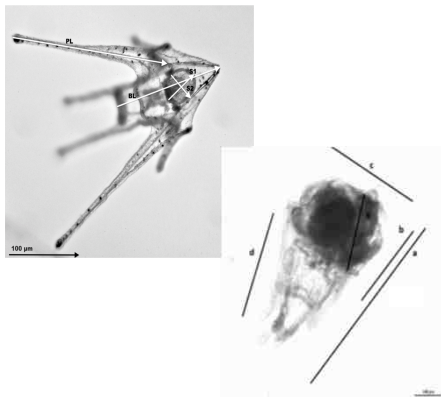
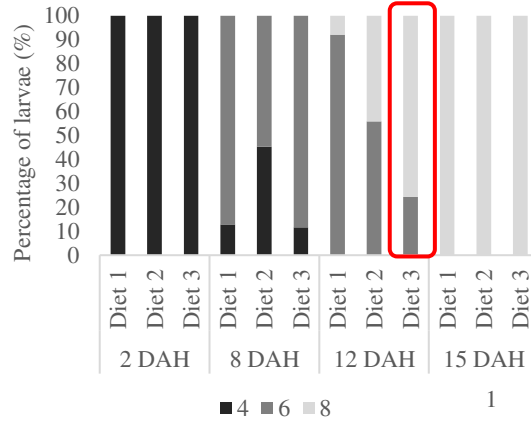
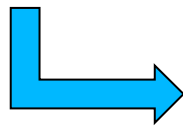


Rhodomonas

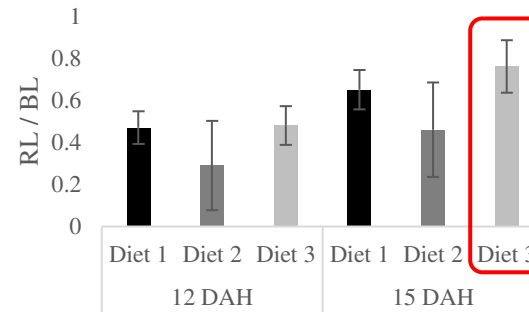
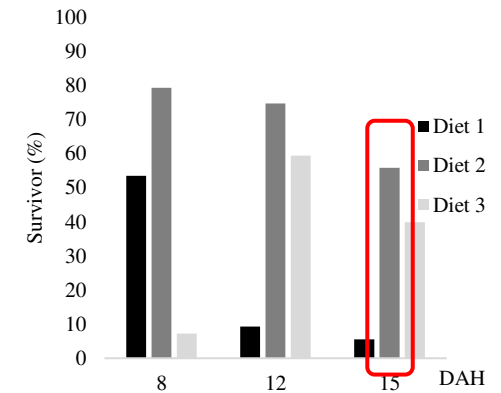
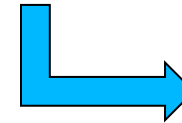
Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal



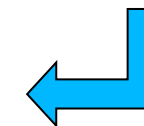
Desenvolvimento



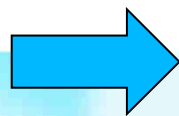
Sobrevivência



Competência



Principais resultados



- Maior sobrevivência dieta 2 (Skeletonema 100%)
- Melhor desenvolvimento da dieta 3 (Mistura)
- Mortalidade na dieta 1 (Rhodomonas 100%)- Presença de Vibrio



Cultivo larvar



!! Principais dificuldades !!

Promover a manutenção das larvas na coluna de água



Demasiado arejamento danifica as larvas

Água sem circulação e sem sintonagem directa



Degradação da qualidade da água

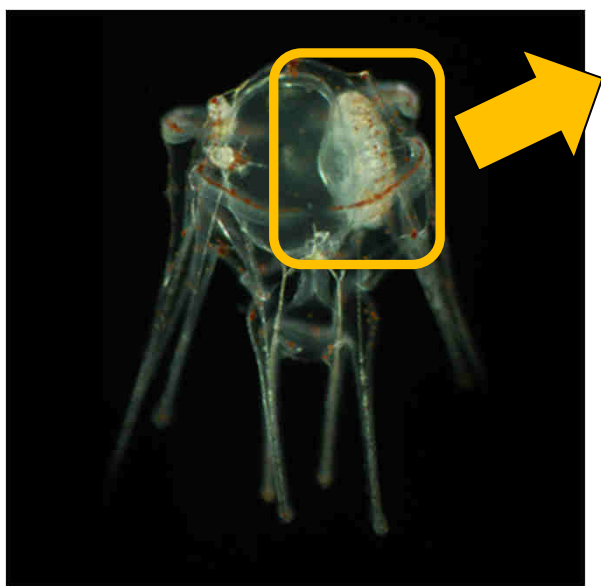
Qualidade da microalga



Presença de algumas bactérias pode causar grande mortalidade



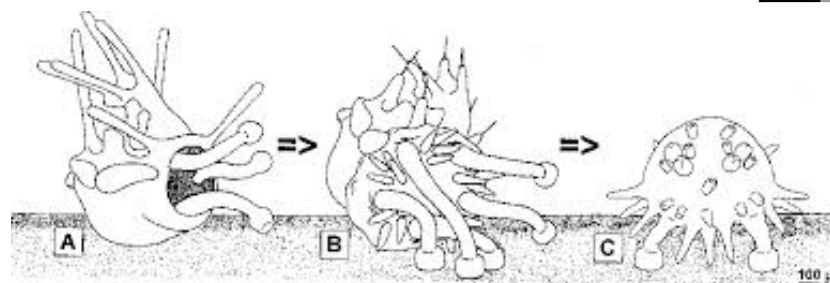
Metamorfose e fixação



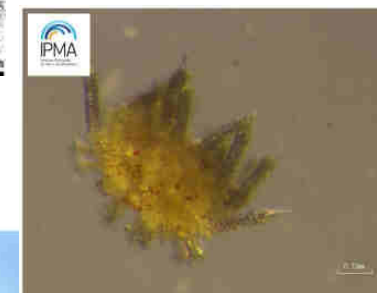
Futuro juvenil (“Rudiment”)



25 dias



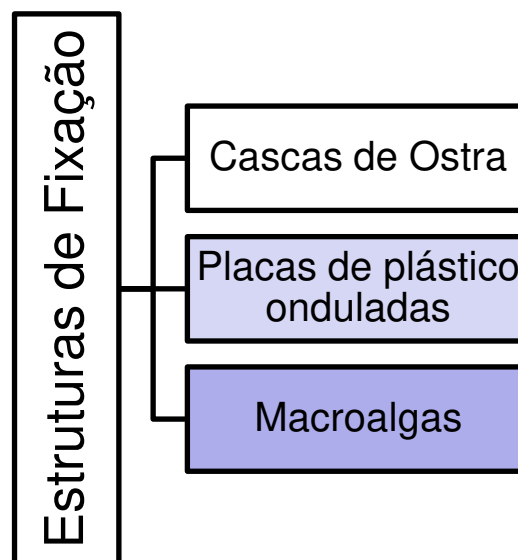
Fixação



Metamorfose e fixação

Condições básicas

- Arejamento reduzido
- Fotoperíodo natural
- Temperatura 19-20°C
- Renovações diárias de 30% (sem circulação)



Biofilme:
Colonização de
microalgas,
bactérias, etc...





Metamorfose e fixação



!! Principais dificuldades !!

Capacidade de fixação



Nem todas as larvas conseguem atingir a competência para fixação

Transição da forma de alimentação



Adaptação à alimentação por raspagem. Disponibilidade de alimento

Qualidade da água



Degradação da matéria orgânica

Introdução de organismos vivos através das estruturas de fixação



Cnidários, crustáceos, moluscos que predam os ouriços ou competem pelo alimento

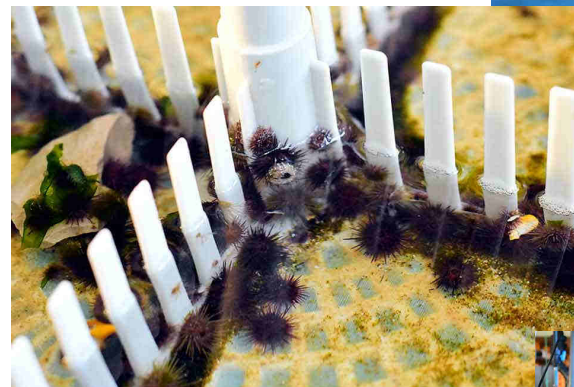
Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal



Pré-Engorda

Condições básicas

- Aumento do arejamento
- Temperatura 18-20°C
- Fotoperíodo natural
- Sistema de circulação aberto
- Alimentação: Mistura de microalgas e macroalgas (*Ulva spp.*)



Raspagem e filtração



Ensaio de engorda

A- Juveouriço

OBJECTIVO: Determinar o crescimento de juvenis de ouriço-do-mar com dois regimes de dieta

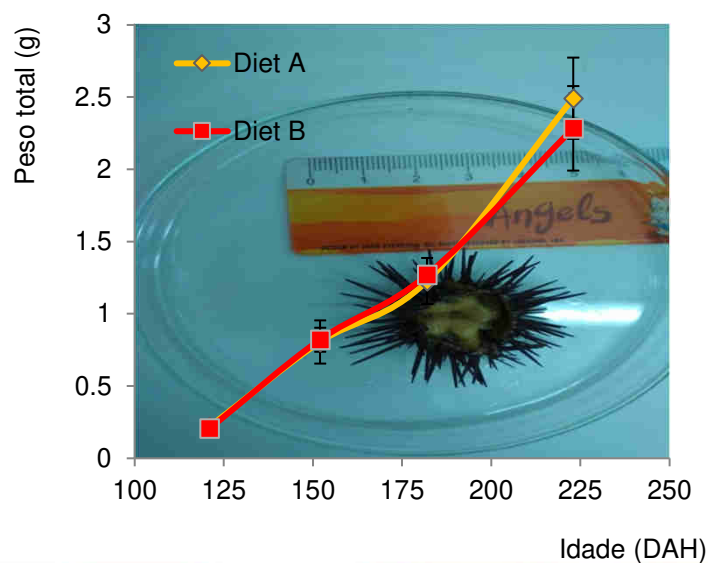
- Desde os 120 DAH até 230 DAH
- 200 ouriços por cada tanque de 110 litros (densidade 1000 ouriços por m²)
- Dieta 1- Alga (*Ulva* spp.) exclusivamente
- Dieta 2- Alga + Milho
- 5 -10%. dia⁻¹ da biomassa



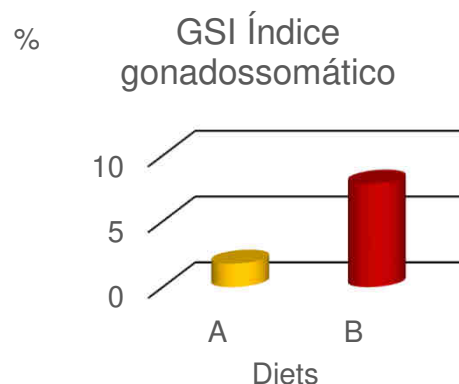
Ensaio de engorda

A- Juveourição

Principais resultados



Dieta A- Macroalga
Dieta B- Macroalga + milho



AG profile

- Abundância de PUFA
- Dieta A n-3 PUFA $36.3 \pm 1.4\%$
- Dieta B n-6 PUFA $29.8 \pm 7.3\%$

✓ Crescimento somático sem diferenças significativas

✓ Maior crescimento gónadas com alga+milho

✓ Diferenças a nível do perfil da AG

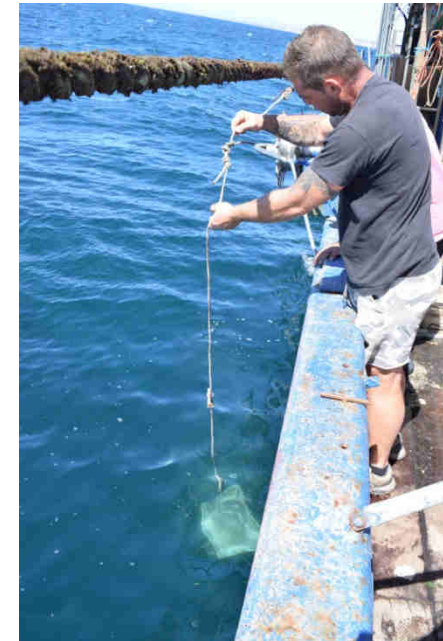
Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal



Ensaio de engorda

C- Offshore

- Longlines de mexilhão
- Empresa Testa & Cunhas
- Offshore Porto Mós (Lagos)
- Julho de 2018



Cultivo de ouriço-do-mar: um novo pico na inovação em aquacultura em Portugal



C- Offshore

1ª Parte

Grupo A

2000 juvenis (2,3 diâmetro; 6,46 g

Profundidade 5 metros

Grupo B

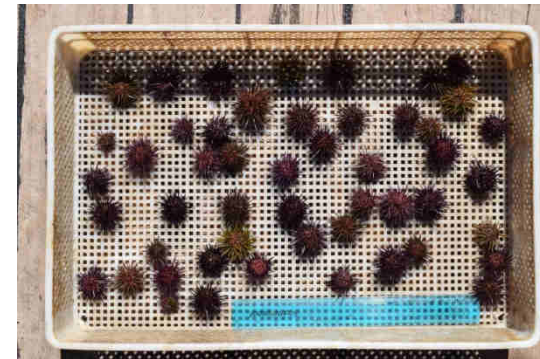
1920 juvenis (1,8 diâmetro; peso 3,31 g

Profundidade 10 metros

Alimentação: *Ulva spp.* e milho

Crescimento

	5 metros		10 metros	
	Diametro (cm)	Peso (g)	Diametro (cm)	Peso (g)
21/07/2018	2,3	6,5	1,8	3,3
29/01/2019	3,8	17	3	11



C- Offshore

2ª Parte

Grupo A

3 torres de caixas a 5 metros

Grupo B

3 torres de caixas a 10 metros

Grupo C

1 torre com densidade 63 ind/caixa

Grupo D

1 torre com densidade 33 ind/caixa

Resultados esperados

Profundidades
5 e 10 metros

Densidades

Crescimento

Mortalidade

Índice
gonadosomático

Perfil ácidos gordos

Propriedades
organolépticas