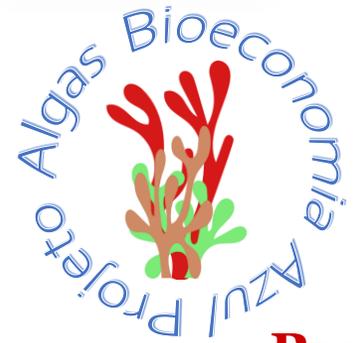




Recursos vegetais marinhos: importância econômica das algas

Fungyi Chow – fchow@ib.usp.br
Laboratório de Algas Marinhas Édison José de Paula



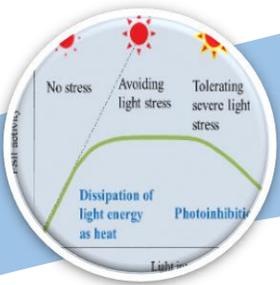
- Fotoprotetores, compostos fenólicos, polissacarídeos, aminoácidos tipo micosporinas, lipídios e ácidos graxos, metabólitos secundários...
 - Atividade biológica: antioxidantes, anti-HIV, antibacteriano, citotóxico (antitumoral), bioestimulante agrícola, anticolinesterase...

Propriedades funcionais

Produção de biomassa

Em laboratório (controlado).

- Indoor/Outdoor (semicontrolado).
- Aquacultura.



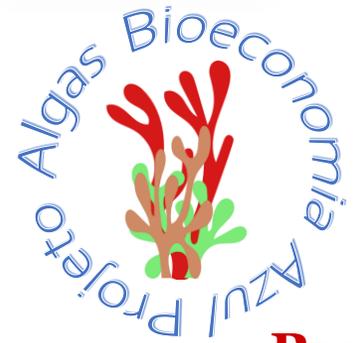
Fisiologia do estresse

(temperatura, luz, radiação UV, nutrientes, salinidade, dessecação, etc.)

Macroalgas marinhas

- Coleta no ambiente.
- Algas arribadas.
- Coleta de aquacultura.





Produção de biomassa

Propriedades funcionais

Integração:

- Pesquisa & Sociedade & Setor privado – projetos e colaborações.
- Divulgação e popularização da ciência (projetos de extensão e cultura).

Fisiologia do estresse

Macroalgas marinhas

BIB0143 – Recursos Econômicos Vegetais

Fornecer um panorama amplo e introdutório das possibilidades de **exploração** de **recursos vegetais**, com ênfase nos aspectos biológicos que podem contribuir para o aumento da **produtividade** e **conservação** do **patrimônio genético** das plantas.

Algas

BIB0143 – Recursos Econômicos Vegetais

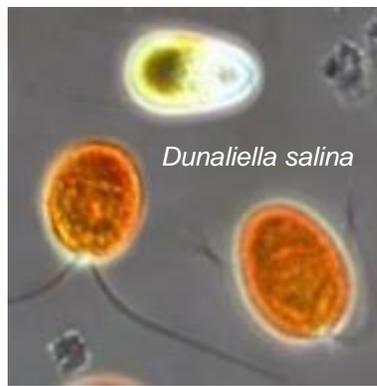
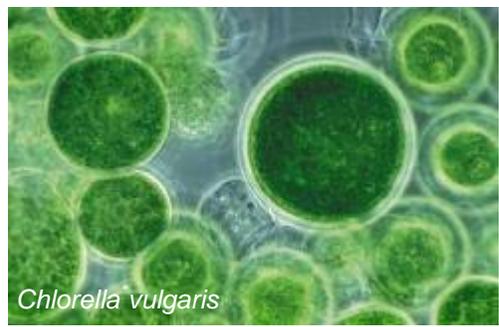
Fornecer um panorama amplo e introdutório das possibilidades de **exploração** de **recursos vegetais**, com ênfase nos aspectos biológicos que podem contribuir para o aumento da **produtividade** e **conservação** do **patrimônio genético** das plantas.

- ✓ Recurso renovável: exploração.
- ✓ Recurso econômico vegetal: seres fotossintetizantes.
- ✓ Produtividade: biomassa/área.
- ✓ Desenvolvimento, conservação e sustentabilidade.
- ✓ Patrimônio genético nacional.

Algas



ALGAS: microalgas e macroalgas



Extra Large Ocean Giants

Human
Total Length: 1.7m. (5.6 ft.)



Sperm Whale
Total Length: 24 m. (78.74 ft.) ~14X



Blue Whale
Total Length: 33 m. (108.27 ft.) ~19X

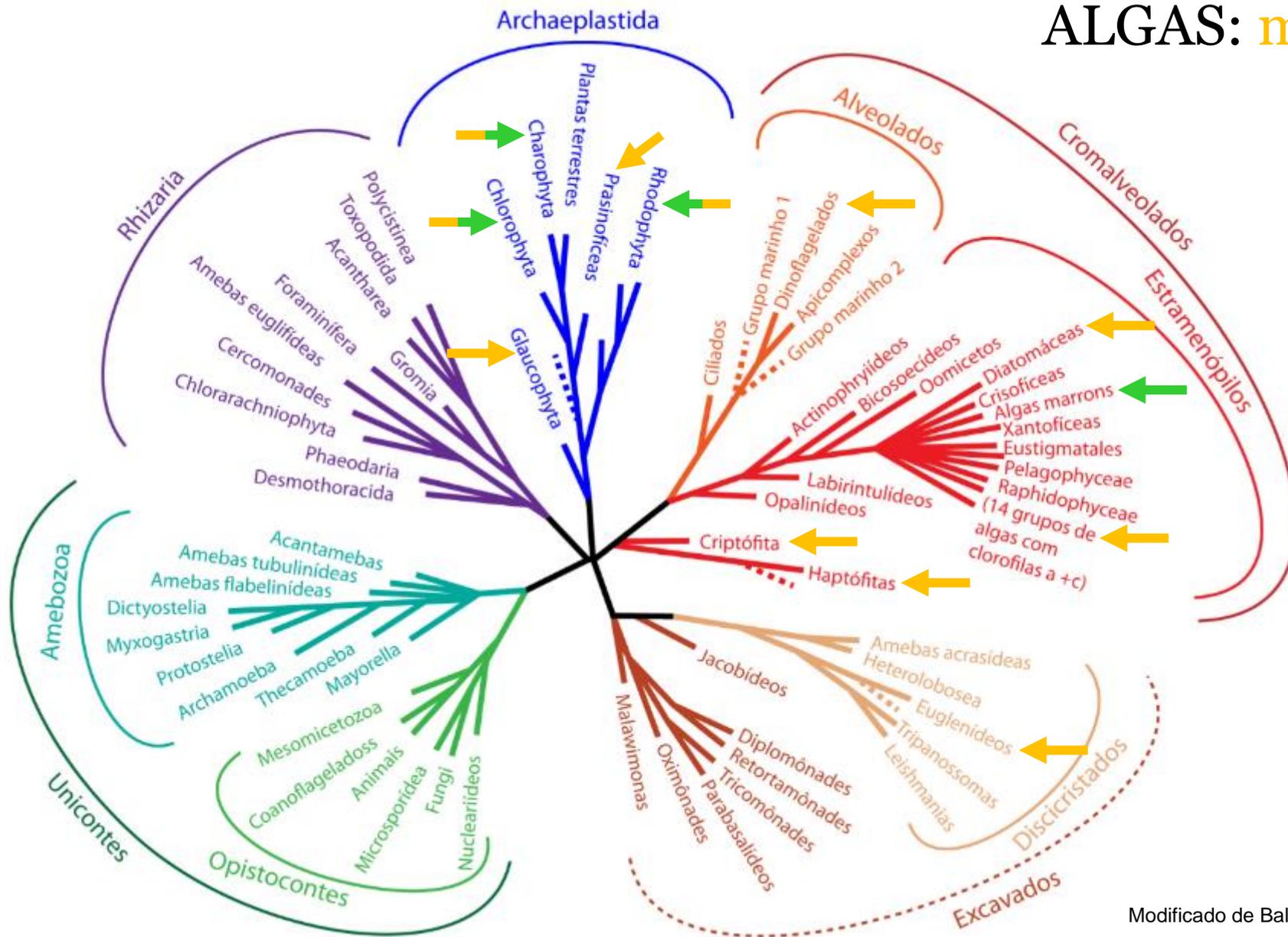
Lion's Mane Jellyfish
Tentacle Length: 36.6 m. (120 ft.) ~21X



Giant kelp
Total Length: 60-70 m. (230 ft.) ~41X

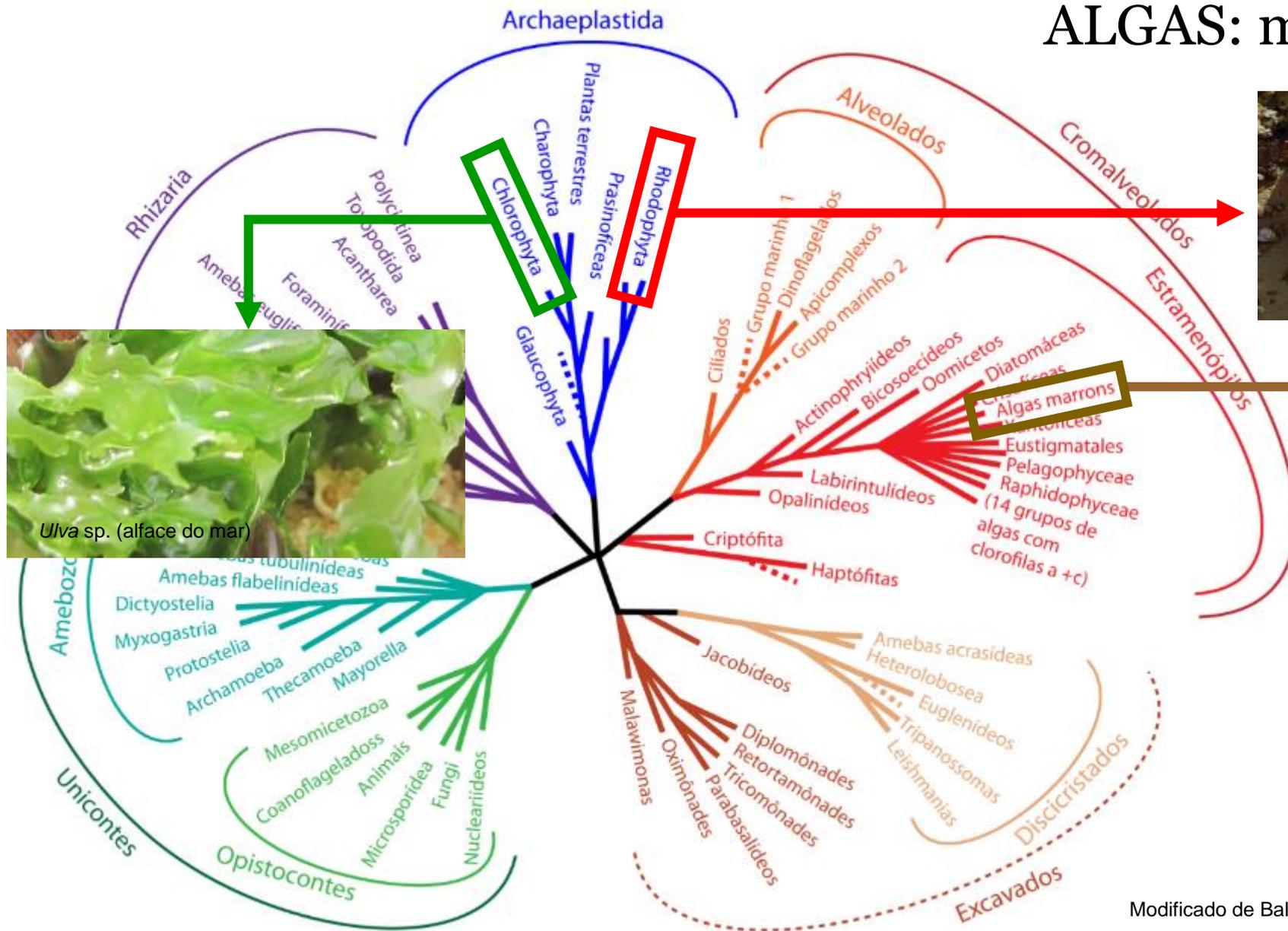
© Erasmo Macaya

ALGAS: microalgas e macroalgas



Modificado de Baldauf (2003) e Fehling et al. (2007)

ALGAS: microalgas e macroalgas



Modificado de Baldauf (2003) e Fehling et al. (2007)

✓ Brasil: linha de costa de 7.491 km → extensa diversidade de ambientes
→ *hot spot* BIODIVERSIDADE

(Turra et al., 2013; Caldeira et al., 2017; Davidson & Dulvy, 2017;
Ramírez et al., 2017; Rodríguez-Jorquera et al., 2017)



Biodiversidade:

- Ecótipos/ecológica/populacionais
- Genotípica
- Fenotípica
- Fisiológica
- Química



Busca por novos produtos naturais/funcionais.

BIOPROSPECÇÃO
AMAZÔNIA AZUL

Monte Verde: Seaweed, Food, Medicine, and the Peopling of South America

Tom D. Dillehay,^{1*} C. Ramírez,² M. Pino,³ M. B. Collins,⁴ J. Rossen,⁵ J. D. Pino-Navarro⁶
9 MAY 2008 VOL 320 SCIENCE

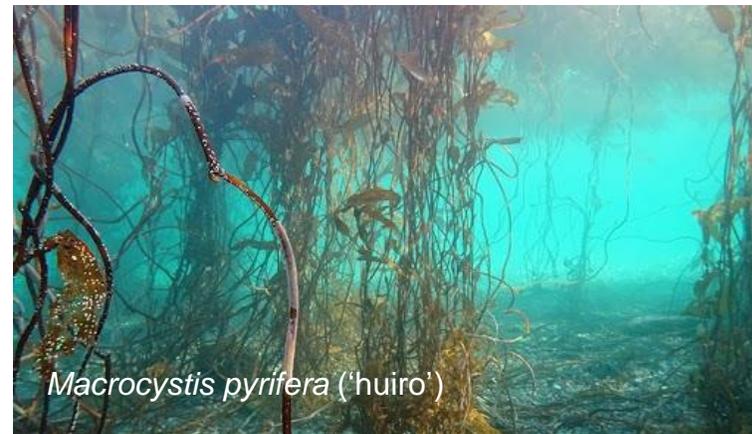
- ✓ Registro arqueológico de 9 espécies de algas marinhas no sul do Chile: 14.220 e 13.980 anos.
 - ✓ **Vermelhas (5)**: *Porphyra columbina* ('luche'), *Gigartina* sp. ('luga roja'), *Mazzaella* sp. ('luga cuchara'), *Sarcothalia crispata* ('luga negra'), *Gracilaria* sp. ('pelillo').
 - ✓ **Pardas (3)**: *Durvillaea antarctica* ('cochayuyo'), *Macrocystis pyrifera* ('huiro'), *Sargassum* sp.
 - ✓ **Verde (1)**: *Trentepohlia* sp. (terrestre).
- ✓ Alimentação e medicina.



Visão microscópica de um espécime arqueológico da alga parda *Durvillaea antarctica*.
Escala ±100 μ m.

Monte Verde: Seaweed, Food, Medicine, and the Peopling of South America

Tom D. Dillehay,^{1*} C. Ramírez,² M. Pino,³ M. B. Collins,⁴ J. Rossen,⁵ J. D. Pino-Navarro⁶
9 MAY 2008 VOL 320 SCIENCE



Aboriginal uses of seaweeds in temperate Australia: an archival assessment

Ruth H. Thurstan^{1,2} · Zoë Brittain³ · David S. Jones⁴ · Elizabeth Cameron⁵ · Jennifer Dearnaley⁴ · Alecia Bellgrove¹

Journal of Applied Phycology (2018) 30:1821–1832

✓ Cantil (água) da alga parda *Durvillaea potatorum*, Tasmânia, datado de 1850 (Fonte: Museu Nacional da Austrália, © Curadores do Museu Britânico).



Foto: Cintia Iha & Allyson Nardelli



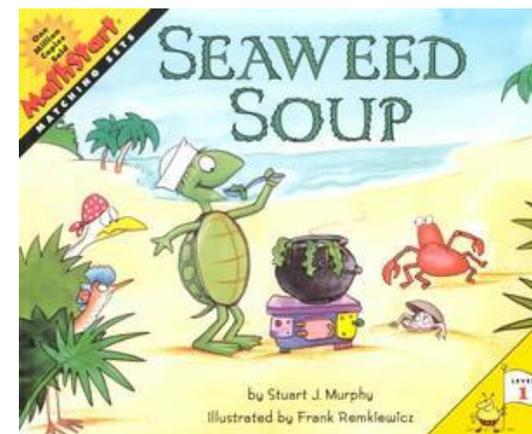
✓ Jeju, Coreia: ano 434 ('haenyeo' = mulheres do mar).

✓ China: ano 850.



<http://www.scottish-wedding-dreams.com/200902.html> -
McIain Gathering Dulce Seaweed courtesy Scottish Wedding Dreams

Algas: alimentação humana



Algas: alimentação humana



Algas: alimentação humana



'caviar verde' ou 'uvas do mar'

Algas: alimentação humana



'dulce'

SEAWEED
AS BACON



SEAWEED
AS PASTA



'caviar verde' ou 'uvas do mar'

✓ Escócia, Irlanda, Grécia, Nova Zelândia.

Algas: alimentação animal



✓ Escócia, Irlanda, Grécia, Nova Zelândia.

Algas: alimentação animal

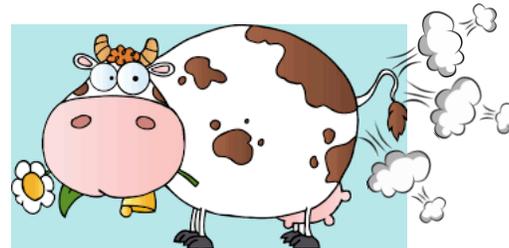


Review

Seaweed and Seaweed Bioactives for Mitigation of Enteric Methane: Challenges and Opportunities

D. Wade Abbott ¹, Inga Marie Aasen ², Karen A. Beauchemin ¹, Fredrik Grondahl ³, Robert Gruninger ¹, Maria Hayes ^{4,*}, Sharon Huws ⁵, David A. Kenny ⁶, Sophie J. Krizsan ⁷, Stuart F. Kirwan ⁶, Vibeke Lind ⁸, Ulrich Meyer ⁹, Mohammad Ramin ⁷, Katerina Theodoridou ⁵, Dirk von Soosten ⁹, Pamela J. Walsh ⁵, Sinéad Waters ⁶ and Xiaohui Xing ¹

Animals 2020, 10, 2432; doi:10.3390/ani10122432

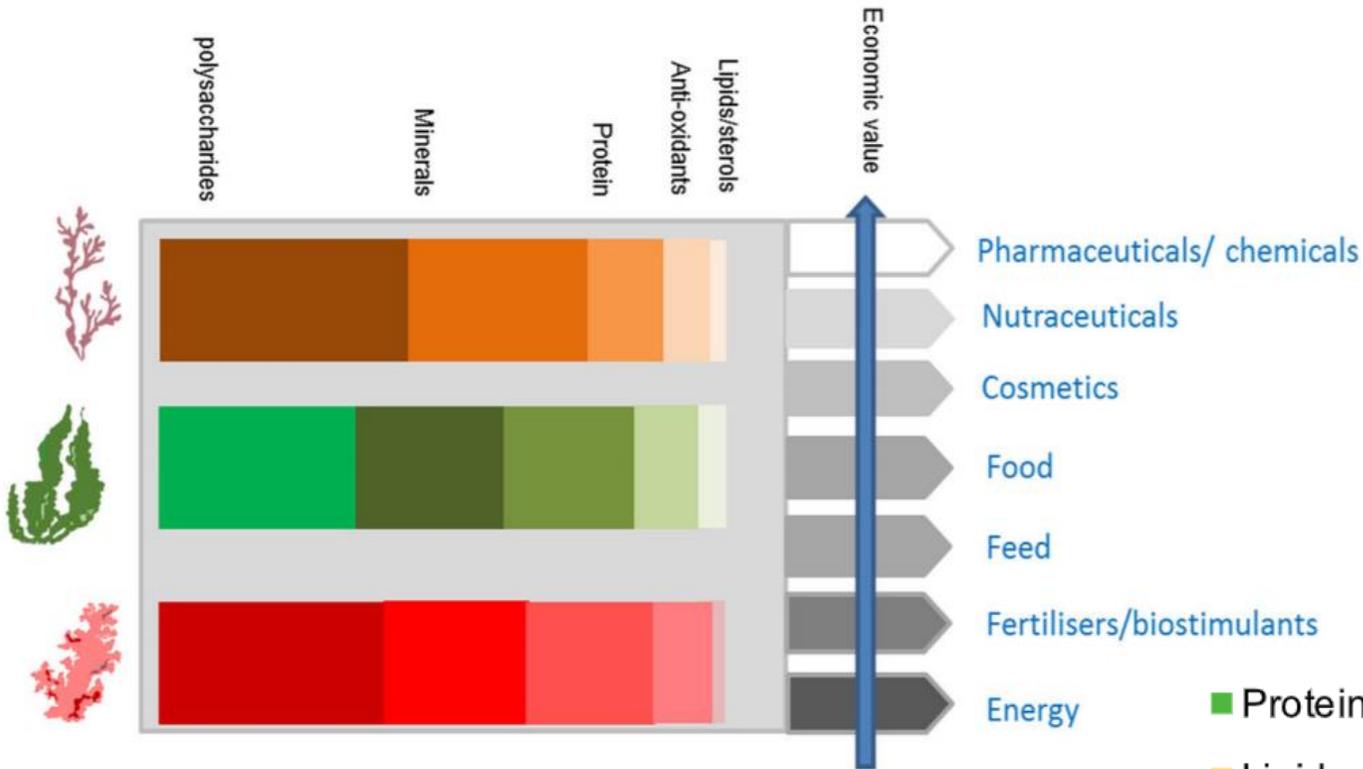


Red seaweed (*Asparagopsis taxiformis*) supplementation reduces enteric methane by over 80 percent in beef steers

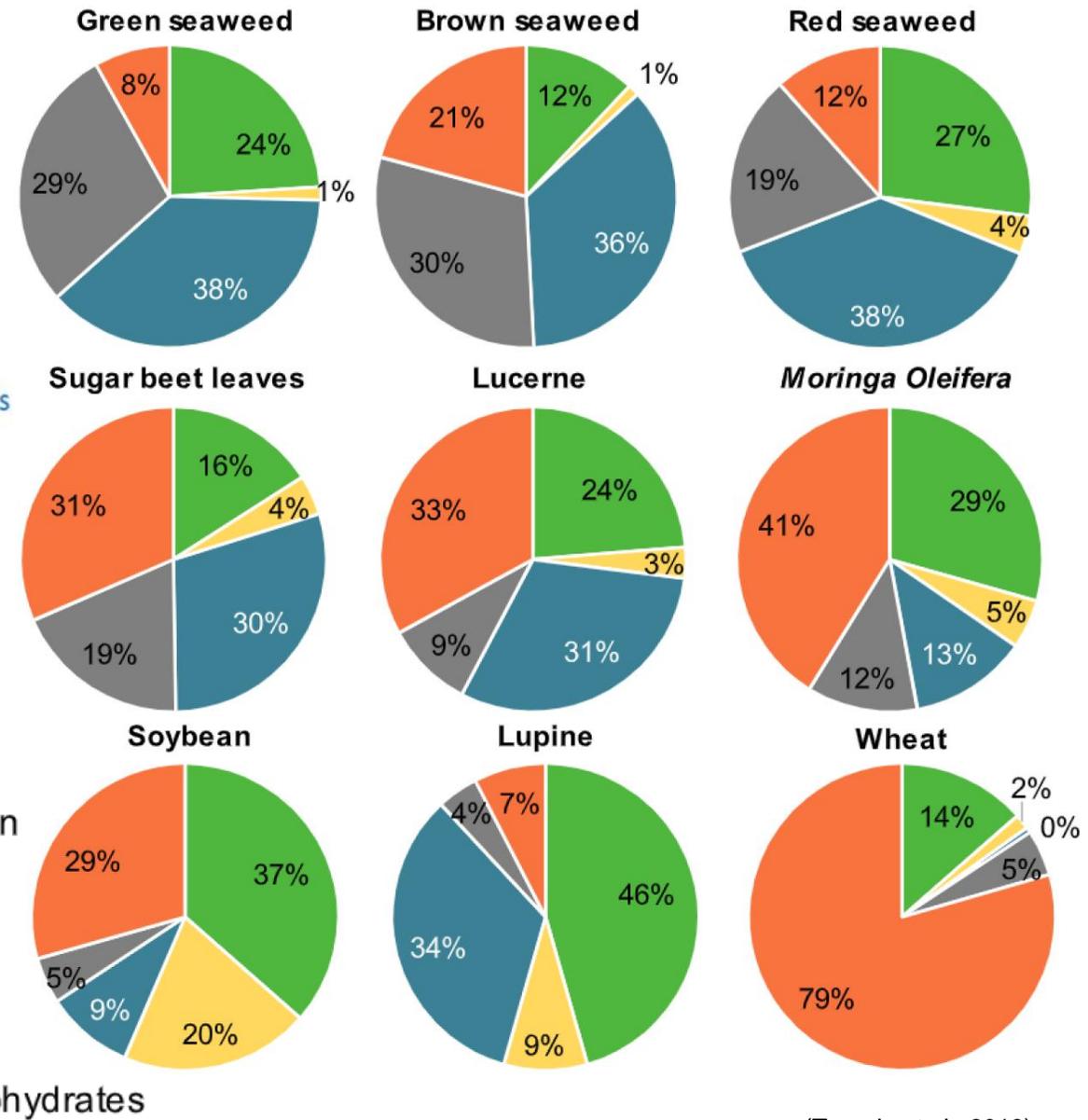
Breanna M. Roque ^{1,*}, Marielena Venegas ^{1†}, Robert D. Kinley ^{2†}, Rocky de Nys ^{3†}, Toni L. Duarte ^{1†}, Xiang Yang ^{1†}, Ermias Kebreab ¹

PLOS ONE | <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247820> March 17, 2021

Quais são as propriedades das macroalgas (vegetais marinhos)?



(Torres et al., 2019)



(Tenorio et al., 2018)

Macroalgas

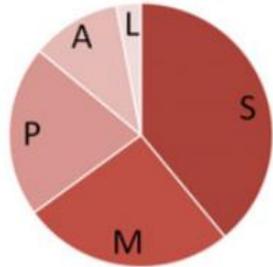
S = sugars (polysaccharides)

M = minerals

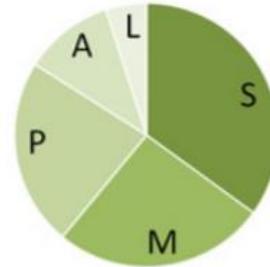
A = small metabolites

P = proteins

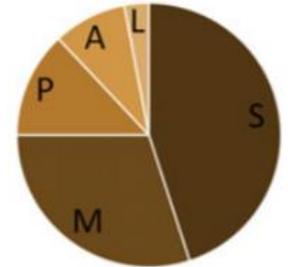
L = lipids



Red seaweed



Green seaweed



Brown seaweed

1st Generation use – Biomass



Processing

- Harvesting
- Sorting



Salad



Drink



Pasta



Sausage



Burger



Feed

Food & feed

(Poblete-Castro et al., 2020)

Macroalgas

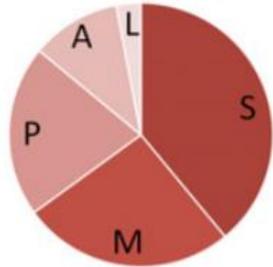
S = sugars (polysaccharides)

M = minerals

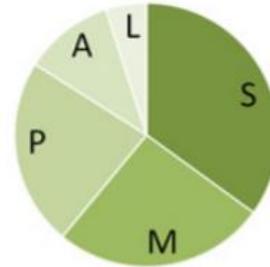
A = small metabolites

P = proteins

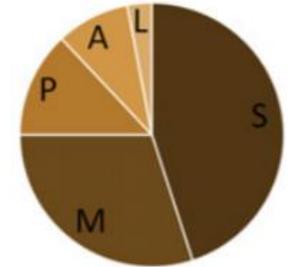
L = lipids



Red seaweed



Green seaweed



Brown seaweed

2nd Generation use – Functional ingredients

Polissacarídeos

Proteínas & aminoácidos

Antioxidantes & pigmentos

Lipídios & PUFAs & esteroides

Application



Food



Feed



Neutraceuticals



Cosmetics



Pharmaceuticals



Materials & chemicals

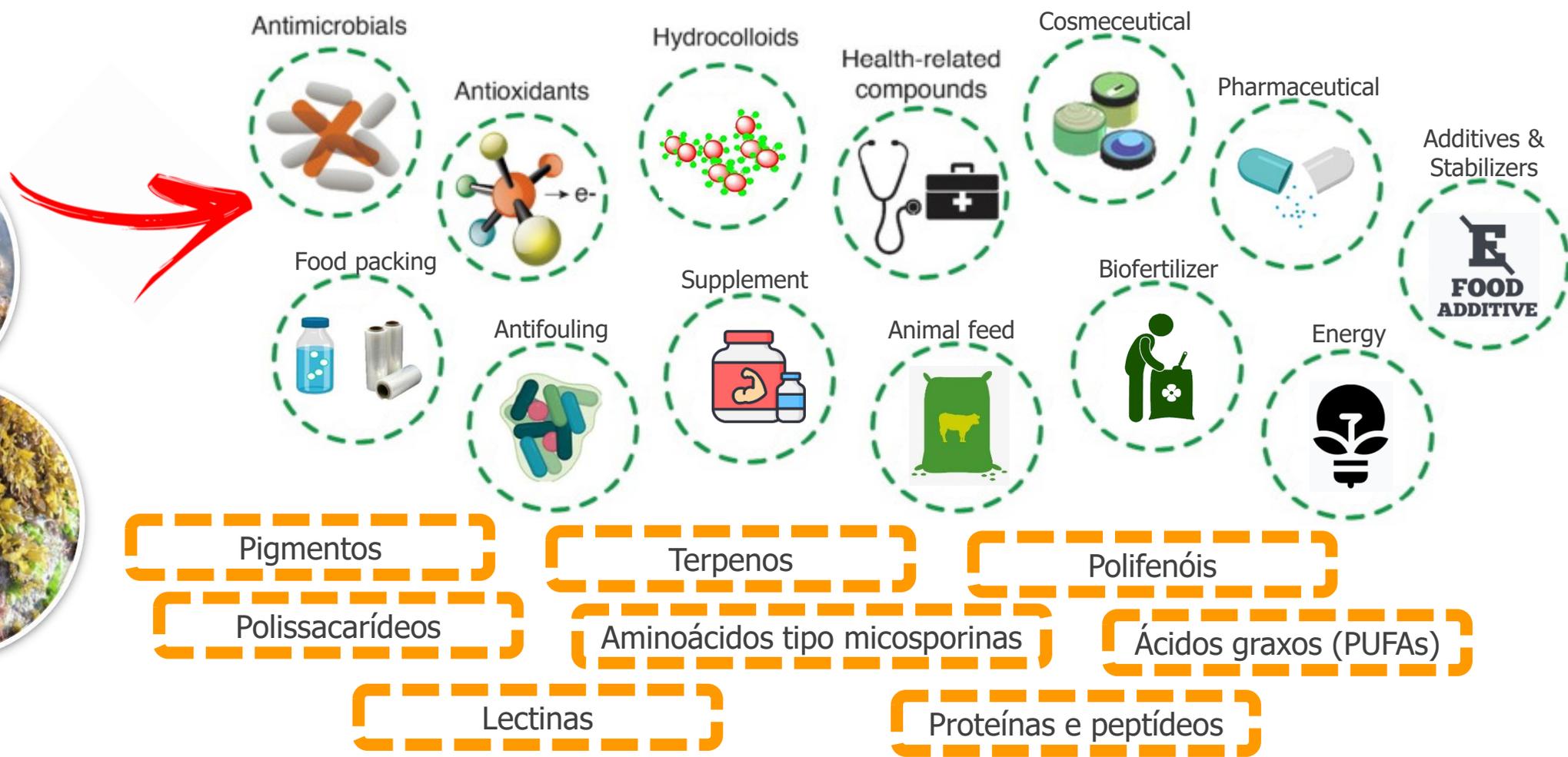


Energy & fuels

(Poblete-Castro et al., 2020)

Macroalgas (vegetais marinhos)

✓ Aplicabilidade multifásica e propriedades biofuncionais



Algas: Ingredientes funcionais, nutracêuticos, fitoterápicos, suplemento nutricional (fibras, vitaminas, minerais, proteínas)



Nutrition Reviews®, Vol. 65, No. 12

December 2007(I): 535–543

Nutritional Value of Edible Seaweeds

Paul MacArtain, PhD, Christopher I.R. Gill, PhD, Mariel Brooks, PhD, Ross Campbell, and Ian R. Rowland, PhD

Food Type	Calcium	Potassium	Magnesium	Sodium	Copper	Iron	Iodine	Zinc
Seaweed								
(mg/100 g wet weight)*								
<i>Ascophyllum nodosum</i>	575.0	765.0	225.0	1173.8	0.8	14.9	18.2	NA
<i>Laminaria digitata</i>	364.7	2013.2	403.5	624.6	0.3	45.6	70.0	1.6
<i>Himanthalia elongata</i>	30.0	1351.4	90.1	600.6	0.1	5.0	10.7	1.7
<i>Undaria pinnatifida</i>	112.3	62.4	78.7	448.7	0.2	3.9	3.9	0.3
<i>Porphyra umbilicalis</i>	34.2	302.2	108.3	119.7	0.1	5.2	1.3	0.7
<i>Palmaria palmata</i>	148.8	1169.6	97.6	255.2	0.4	12.8	10.2	0.3
<i>Chondrus crispus</i>	373.8	827.5	573.8	1572.5	0.1	6.6	6.1	NA
<i>Ulva</i> spp.	325.0	245.0	465.0	340.0	0.3	15.3	1.6	0.9
<i>Enteromorpha</i> spp.	104.0	351.1	455.1	52.0	0.1	22.2	97.9	1.2
Whole food								
(mg/100 g weight)†								
Brown rice	110.0	1160.0	520.0	28.0	1.3	12.9	NA	16.2
Whole milk	115.0	140.0	11.0	55.0	Tr	0.1	15.0	0.4
Cheddar cheese	720.0	77.0	25.0	670.0	0.0	0.3	39.0	2.3
Sirloin steak	9.0	260.0	16.0	49.0	0.1	1.6	6.0	3.1
Lentils green and brown	71.0	940.0	110.0	12.0	1.0	11.1	NA	3.9
Spinach	170.0	500.0	54.0	140.0	0.0	2.1	2.0	0.7
Bananas	6.0	400.0	34.0	1.0	0.1	0.3	8.0	0.2
Brazil nut	170.0	660.0	410.0	3.0	1.8	2.5	20.0	4.2
Peanuts	60.0	670.0	210.0	2.0	1.0	2.5	20.0	3.5

*Values for seaweeds from the Institut de Phytonutrition (2004).¹⁵

†Values for whole foods from McCance et al. (1993).¹⁶

Abbreviations: NA, no data available; Tr, trace.

Trends in Food Science & Technology April 1993 [Vol. 4]

Review

Seaweeds, which have traditionally been used by the Western food industry for their polysaccharide extractives – alginate, carrageenan and agar – also contain compounds with potential nutritional benefits. Seaweeds have recently been approved in France for human consumption (as vegetables and condiments), thus opening new opportunities for the food industry. These seaweed ingredients must meet industrial and technical specifications and consumer safety regulations. This paper is a short review of biochemical and nutritional aspects associated with the use of seaweeds in food products.

Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects

Serge Mabeau and Joël Fleurence

Algas: Ingredientes funcionais, nutracêuticos, fitoterápicos, suplemento nutricional (fibras, vitaminas, minerais, proteínas)

Nutrition Reviews®, Vol. 65, No. 12 December 2007(I): 535–543

Nutritional Value of Edible Seaweeds

Paul MacArtain, PhD, Christopher I.R. Gill, PhD, Mariel Brooks, PhD, Ross Campbell, and Ian R. Rowland, PhD

Seaweed	Vitamin (mg per 8 g dry portion)*								
	B1	B2	B3	B6	B8	B9	C	E	B12†
<i>Ascophyllum nodosum</i>	0.216	0.058	0.000	0.001	0.001	3.648	0.654	0.029	0.131
<i>Laminaria digitata</i>	0.011	0.011	4.896	0.513	0.513	0.000	2.842	0.275	0.495
<i>Undaria pinnatifida</i>	0.403	0.936	7.198	0.259	0.015	0.528	14.779	1.392	0.345
<i>Porphyra umbilicalis</i>	0.077	0.274	0.761	0.119	NA	1.003	12.885	0.114	0.769
<i>Palmaria palmata</i>	0.024	0.080	0.800	0.002	0.002	0.021	5.520	1.296	1.840
<i>Ulva</i> spp.	0.060	0.030	8.000	NA	NA	0.012	10.000	NA	6.300

*Values from the Institut de Phytonutrition (2004).¹⁵

†Values expressed in $\mu\text{g}/100\text{ g}$ wet weight.

Abbreviation: NA, no data available.

B3 – Energia e reparação do DNA.

B9 – Formação de proteínas e hemoglobina.

B12 – Produção de eritrócitos.

Food type	Total fiber
Seaweed (g/100g wet weight)*	
<i>Ascophyllum nodosum</i>	8.8
<i>Laminaria digitata</i>	6.2
<i>Himanthalia elongata</i>	9.8
<i>Undaria pinnatifida</i>	3.4
<i>Porphyra umbilicalis</i>	3.8
<i>Palmaria palmata</i>	5.4
<i>Ulva</i> sp.	3.8
<i>Enteromorpha</i> sp.	4.9
Whole food (g/100 g weight)†	
Brown rice	3.8
Prunes	2.4
Porridge	0.8
Lentils green/brown	8.9
Cabbage	2.9
Carrots	2.6
Apples	2.0
Bananas	3.1

*Values for seaweeds from the Institut de Phytonutrition (2004).

†Values for whole foods from McCance et al. (1993).¹⁶



Ascophyllum nodosum



Laminaria digitata



Undaria pinnatifida



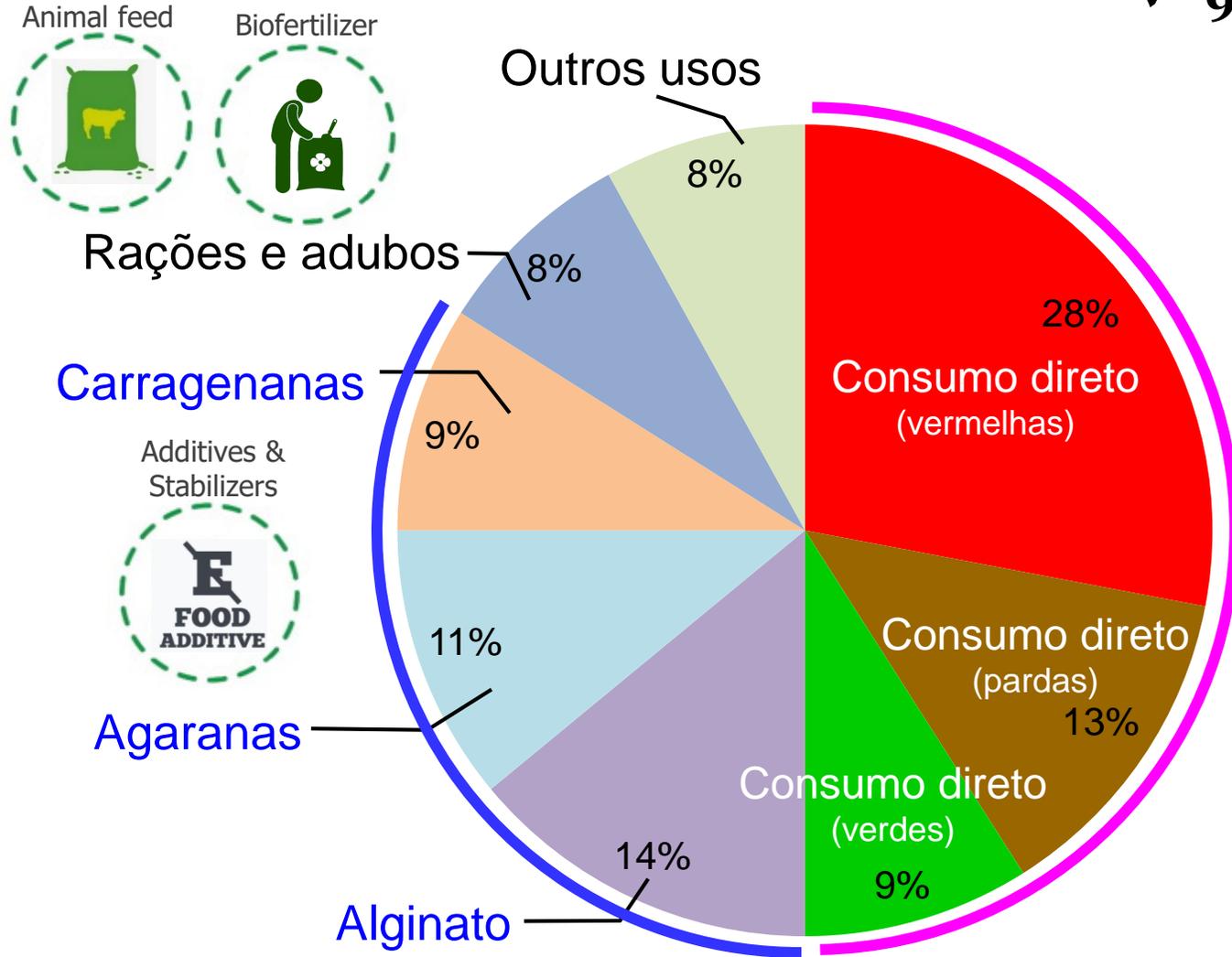
Porphyra umbilicalis



Palmaria palmata

- ✓ Mercado de macroalgas = 32,9 milhões ton/ano
- ✓ 97% aquacultura + 3% coleta do ambiente

(Poblete-Castro et al., 2020)



✓ FAO (2018) – The State of World Fisheries and Aquaculture

Aquacultura

50% consumo direto (alimentação humana)
cultura, tradição, ancestralidade de uso por povos indígenas

34% ficocoloides (indústria alimentícia)

Algas: Ficocoloides (ágar, carragenanas, alginato)



- ✓ Ficocoloides: polissacarídeos coloidais hidrossolúveis, extraídos de algumas espécies de macroalgas e presentes na parede celular. Em soluções aquosas essas substâncias se comportam como gel/mucilagem.

Ágar: macroalgas **vermelhas**. É um poderoso gel (agarose + agarpectina) com propriedades geleificante e estabilizante.

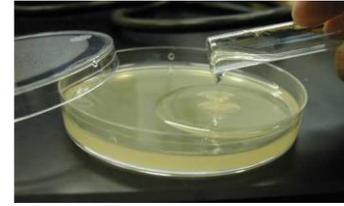
Carragenanas ou **carrageninas:** macroalgas **vermelhas**. Propriedades de viscosidade, formação de emulsão e estabilizante.

Alginatos ou **ácido algínico:** macroalgas **pardas**. Propriedades emulsificante, formação de filmes e estabilizante.

34%
Mercado



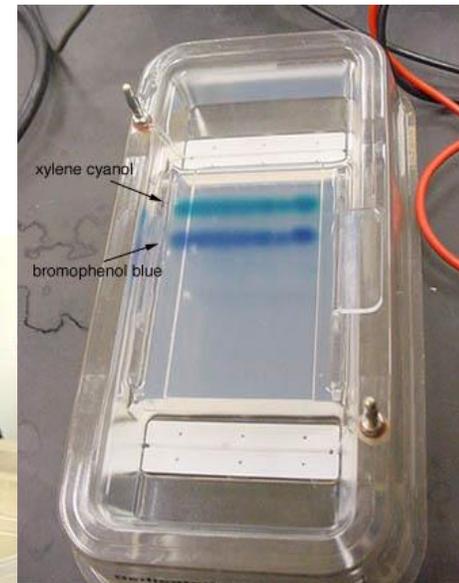
Algas: Ficocoloides (ágar, carragenanas, alginato)



WOUNDHEALING



PRINTPASTE



Algas: Biostimulante agrícola (fertilizante/proteção pragas)

ISSN 1021-4437, Russian Journal of Plant Physiology, 2007, Vol. 54, No. 2, pp. 163–170. © Pleiades Publishing, Ltd., 2007.
Original Russian Text © E.R. Tarakhovskaya, Yu.I. Maslov, M.F. Shishova, 2007, published in Fiziologiya Rastenii, 2007, Vol. 54, No. 2, pp. 186–194.

Phytohormones in Algae

E. R. Tarakhovskaya, Yu. I. Maslov, and M. F. Shishova

Institute of Biology, St. Petersburg State University, Oranienbaumskoe sh. 2, Staryi Peterhof, 198504 Russia;

e-mail: mshishova@mail.ru

Received June 5, 2006

Table 2. Phytohormones in the algae of various taxonomic groups

Division	Phytohormones found	Source
Chlorophyta	IAA (genera <i>Enteromorpha</i> , <i>Chlorella</i> , <i>Cladophora</i> , <i>Caulerpa</i>)	[14, 16, 18, 20, 21, 27]
	cytokinins (genera <i>Protococcus</i> , <i>Chlorella</i> , <i>Scenedesmus</i> , <i>Chlamydomonas</i>)	[14, 19, 29–31]
	gibberellins (genus <i>Caulerpa</i>)	[27]
	ABA (genera <i>Chlorella</i> , <i>Dunaliella</i> , <i>Haematococcus</i>)	[33, 34]
	lunularic acid (genus <i>Enteromorpha</i>)	[13, 16]
	jasmonic acid (genera <i>Dunaliella</i> , <i>Chlorella</i>)	[20, 38]
	polyamines (genera <i>Ulva</i> , <i>Chlorella</i>)	[40, 41]
Phaeophyta	brassinosteroids (genus <i>Hydrodictyon</i>)	[43]
	IAA (genera <i>Macrocystis</i> , <i>Laminaria</i> , <i>Fucus</i> , <i>Ascophyllum</i>)	[14, 20, 23–25]
	cytokinins (genera <i>Fucus</i> , <i>Ascophyllum</i> , <i>Sargassum</i> , <i>Macrocystis</i>)	[23, 28, 31]
	gibberellins (genus <i>Fucus</i>)	[12]
	ABA (genera <i>Ascophyllum</i> , <i>Laminaria</i>)	[35]
Rhodophyta	polyamines (genus <i>Dyctiota</i>)	[41]
	IAA (genera <i>Botryocladia</i> , <i>Porphyra</i>)	[14, 20, 21]
	cytokinins (genus <i>Porphyra</i>)	[31]
	jasmonic acid (genus <i>Gelidium</i>)	[38]
Charophyta	polyamines (genera <i>Cyanidium</i> , <i>Gelidium</i> , <i>Grateloupia</i>)	[39, 41, 42]
	rhodomorphin (genus <i>Griffithsia</i>)	[45, 46]
Charophyta	cytokinins (genus <i>Chara</i>)	[19]
Euglenophyta	cytokinins (genus <i>Euglena</i>)	[15]
	jasmonic acid (genus <i>Euglena</i>)	[38]
	polyamines (genus <i>Euglena</i>)	[41]
Cyanophyta	IAA (genera <i>Oscillatoria</i> , <i>Chlorogloea</i>)	[14, 26]
	cytokinins (genera <i>Arthronema</i> , <i>Calothrix</i>)	[19, 30]
	jasmonic acid (genus <i>Spirulina</i>)	[20]



Benefits Of Liquid Seaweed Fertilizer



These record-breaking watermelon were grown with my liquid seaweed fertilizer and liquid fish.

Algas: Produtos de higiene e cosméticos



- ✓ Microalgas: produção industrial de biomassa para extração de lipídios (biocombustível) e sistemas para gerar hidrogênio.
- ✓ Macroalgas: paredes ricas em celulose e outros carboidratos – fermentação (bioetanol).



Crude oil from algae by Sapphire Energy for Continental Airlines.

Life-Cycle Assessment of Kelp in Biofuel Production

D V Shushnanova¹, D O Kapralova¹

International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020)

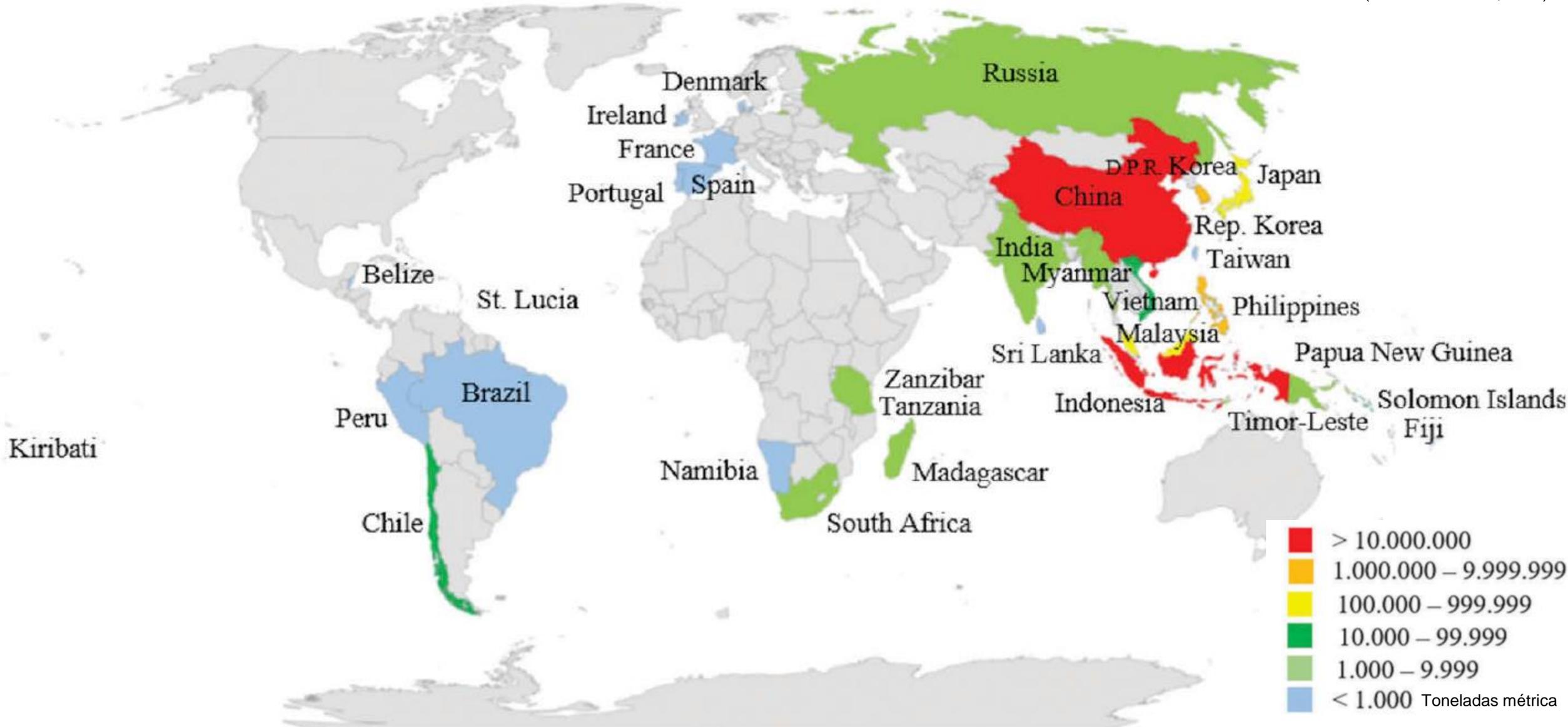
IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1079 (2021) 072023

- ✓ Biometano.
- ✓ Bioetanol.
- ✓ Bio-óleo.
- ✓ Biodiesel.



Produção de macroalgas: estado mundial da aquacultura (baseado em FAO 2016)

(Buschmann et al., 2017)



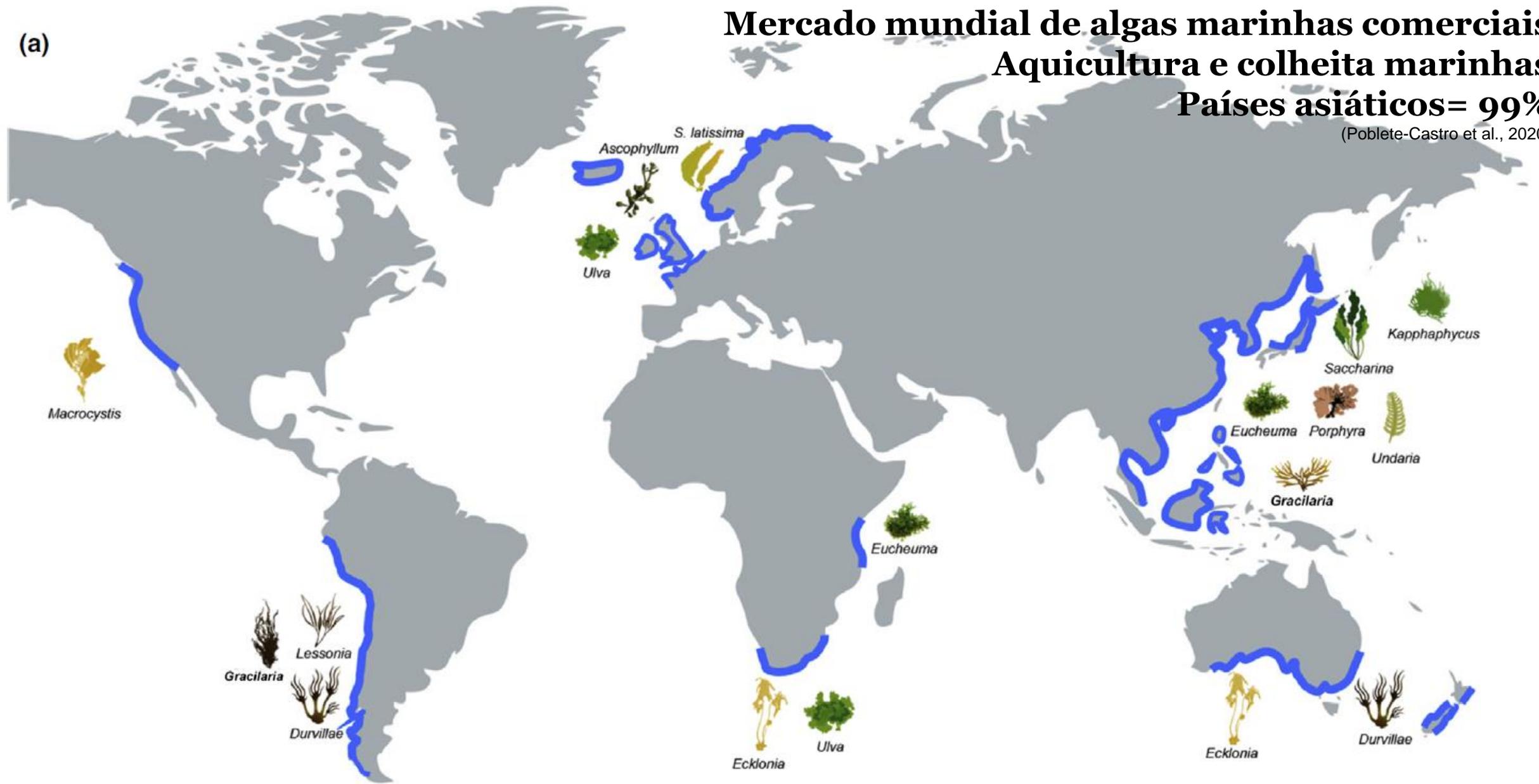
(a)

Mercado mundial de algas marinhas comerciais

Aquicultura e colheita marinhas

Países asiáticos = 99%

(Poblete-Castro et al., 2020)



Alginato, carragenanas e ágar (61%).
 Alimentação (nori e wakame) (3,8%).
 Fertilizantes & aditivos agrícolas (35%).
 Farmacêuticos, cosmeceuticos, bioativos (0,2%).
 (Nayar & Bott, 2014)

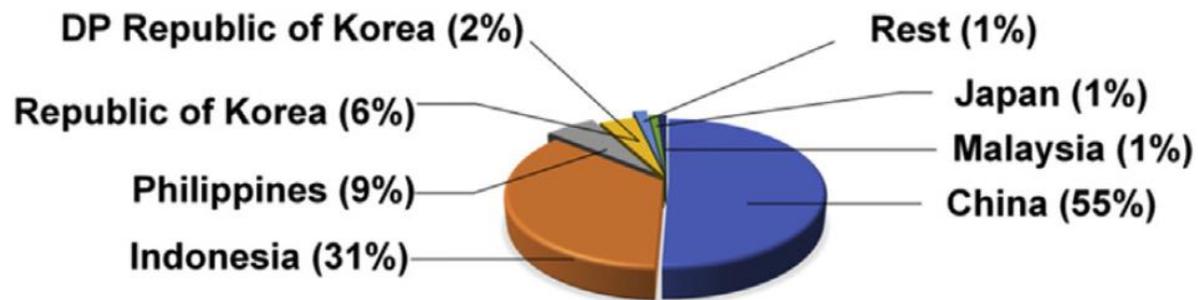
Mercado mundial de algas marinhas comerciais

(b) Aquacultura: poucos cultivos

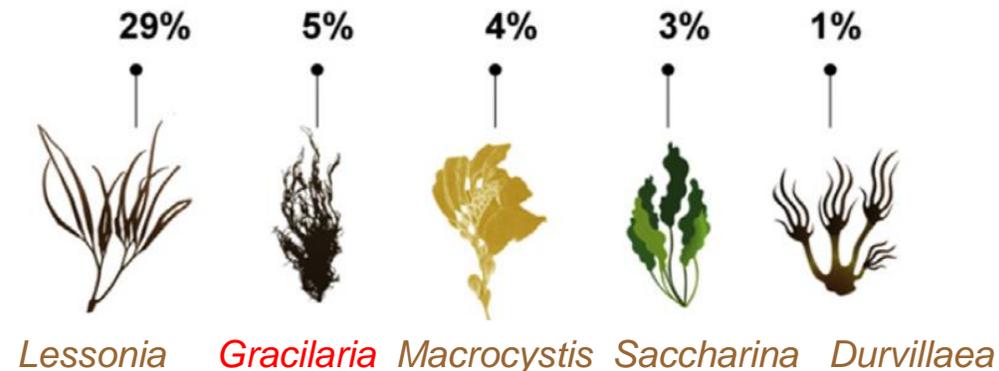
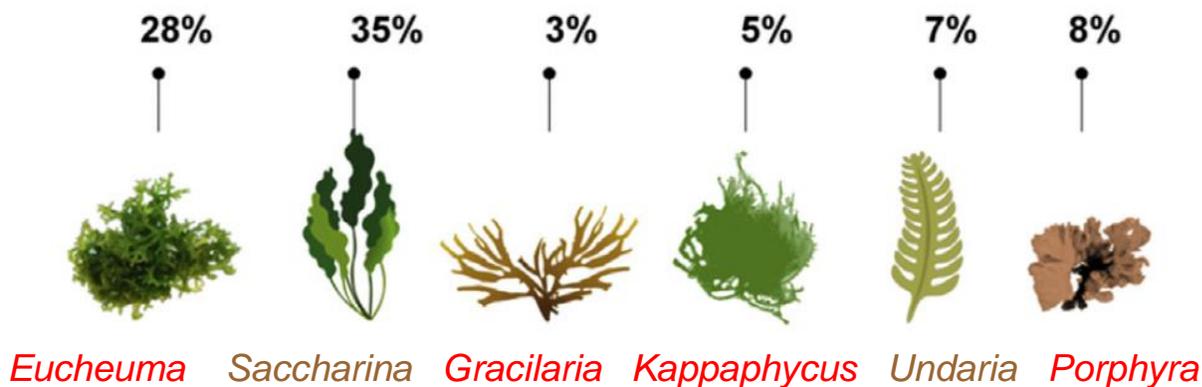
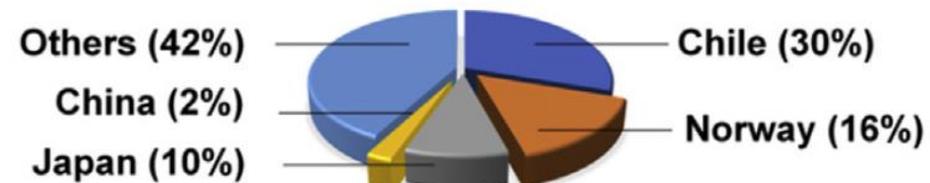
(c) Colheita: depende da abundância natural

(Poblete-Castro et al., 2020)

(b) Aquaculture (31.8 Million tonnes/year)



(c) Wild Harvest (1.1 mill Million tonnes/year)



Mercado brasileiro de algas comerciais Colheita de bancos naturais e aquacultura de *Gracilaria* spp. (nordeste)

(Rebours et al., 2014)



Pesquisadores colaboradores: Dra. Eliane Marinho-Soriano, Dr. Dárlio I.A. Teixeira

Indústria de ágar

Cultivo de *Gracilaria* sp. – Ceará
Cooperativa Mulheres de Corpo e Alga



Mercado brasileiro de algas comerciais Colheita de bancos naturais e aquacultura de *Gracilaria* spp. (nordeste)

(Rebours et al., 2014)



Pesquisadores colaboradores: Dra. Eliane Marinho-Soriano, Dr. Dárlío I.A. Teixeira

Indústria de carragenana

Rio de Janeiro: Sete Ondas Biomar



Maricultura de *Kappaphycus alvarezii* (Rio de Janeiro, Santa Catarina). Escala piloto: São Paulo, Paraíba.

Santa Catarina: UFSC (Dra. Leila Hayashi)
& Epagri (Dr. Alex Alves dos Santos)



Indústria de carragenana



Maricultura de *Kappaphycus alvarezii* (Rio de Janeiro, Santa Catarina). Escala piloto: São Paulo, Paraíba.



Seaweed production: overview of the global state of exploitation, farming and emerging research activity

Alejandro H. Buschmann^a, Carolina Camus^a, Javier Infante^b, Amir Neori^{c,d}, Álvaro Israel^e, María C. Hernández-González^a, Sandra V. Pereda^a, Juan Luis Gomez-Pinchetti^c, Alexander Golberg^f, Niva Tadmor-Shalev^{d,g} and Alan T. Critchley^h

EUROPEAN JOURNAL OF PHYCOLOGY, 2017
VOL. 52, NO. 4, 391-406
<https://doi.org/10.1080/09670262.2017.1365175>

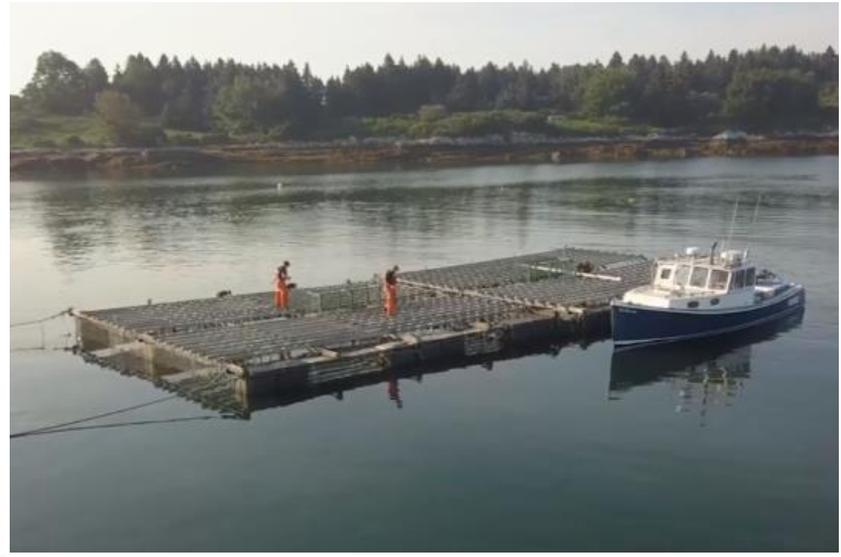


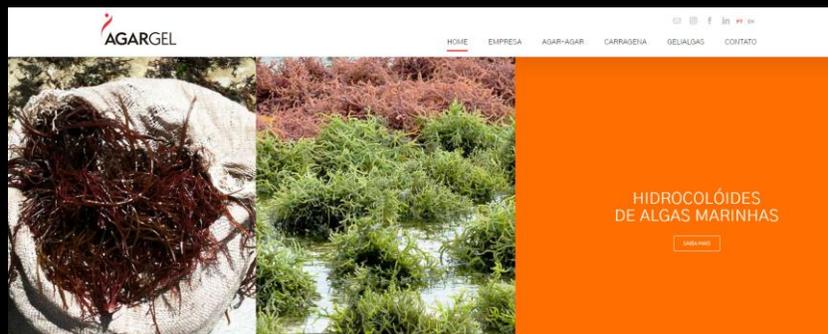
Fig. 4. Large-scale seaweed farming in a multi-trophic aquaculture region of the coast of China. Sanggou Bay, a 130 km² bay in northern China annually produces 100 tonnes (fresh weight) of fed fish, 130 000 tonnes of bivalves, 2000 tonnes of abalone and 800 000 tonnes of kelp, for a total production of ~ 7000 tonnes km⁻² year⁻¹. Photo courtesy of Max Troell.



Foto satélite da NASA (2014) – Sisan Island, Coreia do Sul.



Empresas brasileiras



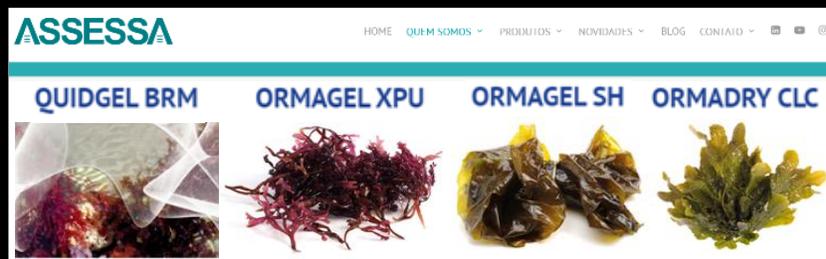
Agargel - João Pessoa, PB. <https://agargel.com.br/>
(agar-agar, carragenina)



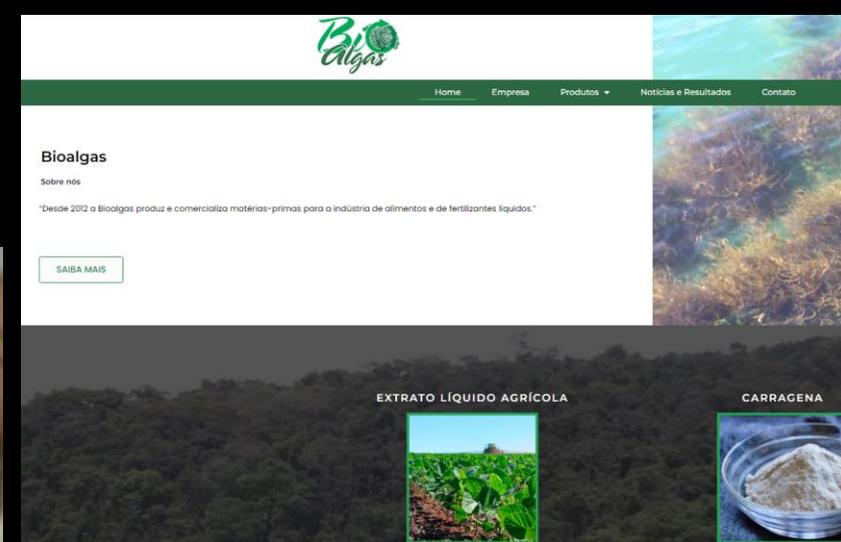
Algasbras – Itaguaí, RJ. <https://algasbras.com.br/>
(carragenina, extrato agro-estimulante)



Cia das Algas – Trairí, CE.
<https://www.ciadasalgas.com.br/>
(base cosmética, base fertilizante)



ASSESSA – Rio de Janeiro, RJ.
<https://assessa.com.br/>
(bioativos de algas marinhas - cosméticos)

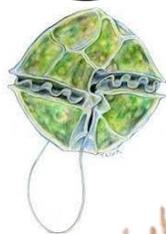
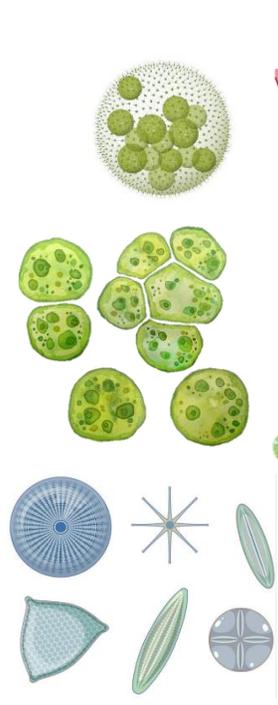


Bioalgas – Itaguaí, RJ. <http://bioalgas.com.br/>
(carragenina, extrato líquido agrícola)



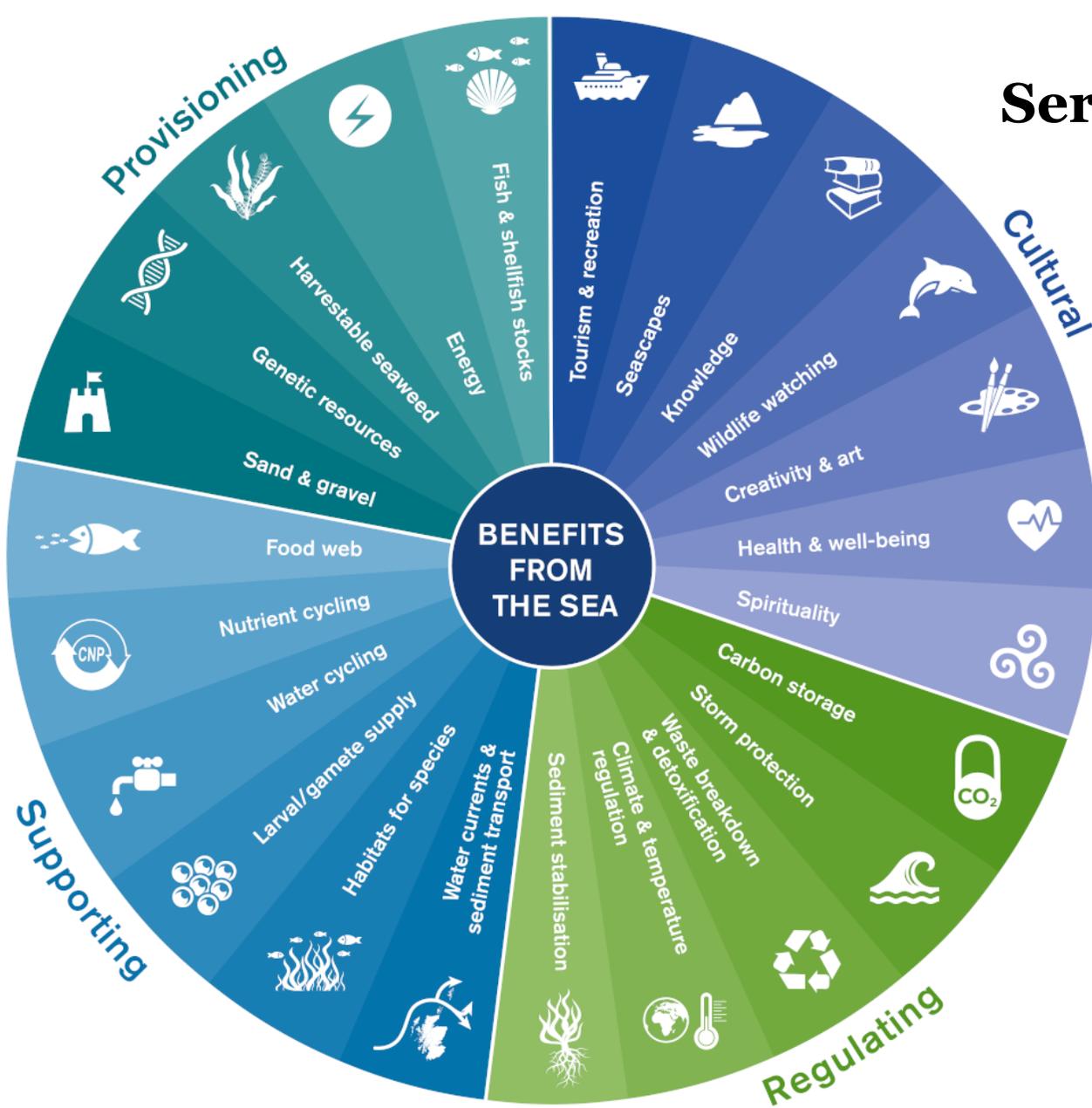
Olmix Group - França. <https://www.olmix.com.br/>
(Plant & Animal Care)

(macro)algas



- ✓ Recurso renovável: exploração.
- ✓ Recurso econômico vegetal: seres fotossintetizantes.
- ✓ Produtividade: biomassa/área.
- ✓ Desenvolvimento, conservação e sustentabilidade.
- ✓ Patrimônio genético nacional.

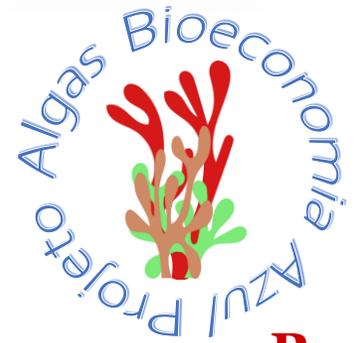
Serviços ecossistêmicos



- ✓ Recurso renovável: exploração.
- ✓ Recurso econômico vegetal: seres fotossintetizantes.
- ✓ Produtividade: biomassa/área.
- ✓ Desenvolvimento, conservação e sustentabilidade.
- ✓ Patrimônio genético nacional.







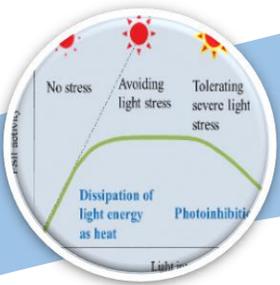
- Fotoprotetores, compostos fenólicos, polissacarídeos, aminoácidos tipo micosporinas, lipídios e ácidos graxos, metabólitos secundários...
 - Atividade biológica: antioxidantes, anti-HIV, antibacteriano, citotóxico (antitumoral), bioestimulante agrícola, anticolinesterase...

Propriedades funcionais

Produção de biomassa

Em laboratório (controlado).

- Indoor/Outdoor (semicontrolado).
- Aquacultura.



Fisiologia do estresse

(temperatura, luz, radiação UV, nutrientes, salinidade, dessecação, etc.)

Macroalgas marinhas

- Coleta no ambiente.
- Algas arribadas.
- Coleta de aquacultura.

