

Projeto
Bala de Todos os Santos

Macróalgas Benfônicas





APRESENTAÇÃO

Em continuidade ao Estudo Multidisciplinar Baía de Todos os Santos (Projeto BTS), estão sendo realizadas investigações com foco nas baías da Bahia, com envolvimento de pesquisadores de todas as universidades públicas do Estado. Estas pesquisas em conjunto formaram a Rede Baías da Bahia que tem como projeto articulador o Projeto Pesquisando Kirimurê.

O Pesquisando Kirimurê atua alinhado com as propostas do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energia e Ambiente e do Núcleo de Excelência em Química Analítica da Bahia. Dentre as ações voltadas para as baías da Bahia, encontra-se a Coleção Cartilhas, cuja primeira coleção, com oito volumes, foi publicada em 2010 pelo projeto BTS. Esta segunda Coleção Cartilhas prossegue na busca de favorecer a divulgação de conhecimento científico em temas importantes, de maneira simples, voltada para jovens e professores da educação básica. A cartilha Macroalgas Bentônicas revela o fascinante mundo no qual vivem estes organismos marinhos, sua importância e seus usos. E, sobretudo, a cartilha transmite um convite à sua preservação.

Boa leitura!

Jailson Bittencourt de Andrade

Coordenador do projeto Pesquisando Kirimurê e da Rede Baías da Bahia

O que são as algas?

“Alga” é um termo generalizado empregado para designar diversos organismos que fabricam seu próprio alimento utilizando a luz do sol e que apresentam um corpo muito simples, denominado talo, sem diferenciação de raiz, caule, folhas, flores ou frutos.

Com relação ao tamanho, podem ser desde microscópicas, geralmente invisível a olho nu, até macroscópicas, alcançando dimensões que variam de milímetros até alguns metros.

As macroalgas vivem em águas doces, estuarinas ou marinhas do planeta e geralmente são encontradas fixas a um determinado substrato (rochas, animais, plantas), fazendo parte da comunidade bentônica.

No ambiente marinho, as macroalgas, também conhecidas pelo nome de sargaço, cisco ou limo, se reproduzem (se multiplicam) pela simples fragmentação do talo (quebra), produção de propágulos ou pela produção de células especializadas, denominadas esporos ou gametas, geralmente flagelados.

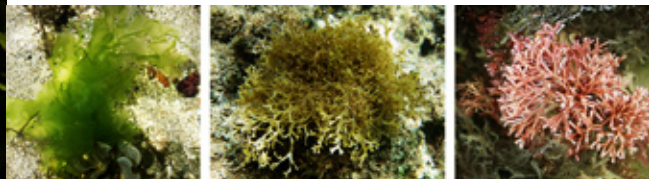


Talo de algumas macroalgas encontradas em ambientes recifais.

Ocorrência e cores no Ambiente Marinho

No ambiente marinho as macroalgas bentônicas ocorrem desde a região de entremarés até ambientes de infralitoral. A ocorrência depende de vários fatores químicos e físicos da água como a salinidade (o qual separa grupos essencialmente marinhos de grupos estuarinos), a temperatura (que funciona como barreira geográfica reprodutiva), a disponibilidade de substratos necessário para a fixação do talo, além de variáveis biológicas, como predação, competição, parasitismo, dentre outros.

A diversidade de cores e matizes é devido a presença de pigmentos fotossintéticos presentes nos cloroplastos, encontrados nas células do talo. Três cores são predominantes no ambiente: verde (encontrado nas algas clorofíceas) dado a predominância de clorofila; parda ou marrom-amarelada (presente nas feofíceas) devido à grande quantidade de xantofilas e rósea a vermelho-vinácea (presente nas rodofíceas) pela presença de ficobilinas, embora estas últimas possam apresentar coloração esverdeada até amarelada.



Alga verde (clorofícea), parda (feofícea) e vermelha (rodofícea).

DIVERSIDADES E FORMAS



talo das macroalgas é simples e geralmente apresentam diversas formas.

No ambiente, são encontrados desde talos cilíndricos, vesículosos, achatados como uma fita estreita ou, às vezes, largos feito folha, expandidos como lâminas estreitas ou alargadas, ou até lembrando estruturas de plantas terrestres, como os do gênero *Sargassum*.

Em todos os casos, os talos são formados por agregações de células organizadas em uma ou em várias fileiras, as quais podem se entrelaçar, formando talo pseudoparenquimatosos, ou em alguns casos formando talo “parênquimatosos”.

Algumas macroalgas possuem ainda o talo formado por uma única grande célula multinucleada com crescimento indefinido (talo cenocítico), que assume diversas morfologias como o de fita, pena, vesículas, etc.



Diferentes tipos de talo; filamentosos ramificados (esquerda), cenocítico (centro) e vesiculosos pseudoparenquimatosos (direita)



Importância no Ambiente

No ambiente aquático as algas se destacam por compor a base da teia alimentar, servindo de alimento para todos os organismos aí presentes. Além disso, são responsáveis por grande parte da produção do oxigênio do planeta.

As algas participam ainda do sequestro de carbono existente na Terra, já que 40% do carbono do planeta são utilizados no processo fotossintético realizado por estas; outras algas ajudam a diminuir as concentrações de CO₂ atmosférico dado a capacidade de absorver e depositar este em seu talo, na forma de carbonato de cálcio.

Outra importância atribuída às macroalgas, juntamente com os corais, refere-se a capacidade desses organismos propiciar a criação de abrigos físicos, local de desova e alimentação para muitas espécies de animais marinhos em ambientes recifais (ecossistemas com biodiversidade comparável à das florestas).

As macroalgas marinhas protegem ainda a linha costeira contra a erosão do substrato marinho ocasionada pela arrebentação das ondas, uma vez que acabam dissipando a energia dessas.

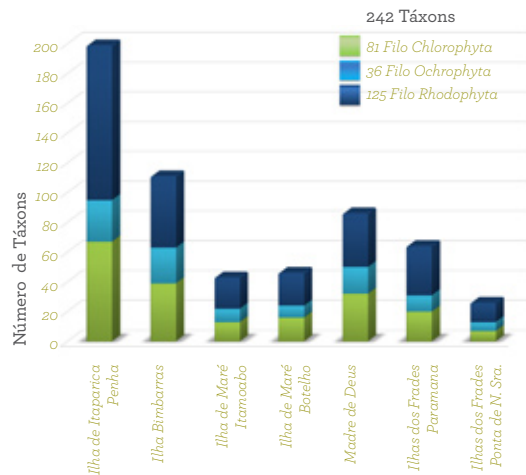


Macroalgas marinhas propiciando abrigo para peixes.

DIVERSIDADE DE MACROALGAS NA BTS

Na Área de Proteção Ambiental Baía de Todos os Santos (APA BTS) ocorre uma rica e diversificada biota de macroalgas marinhas, sendo representado por flora tipicamente de ambiente tropical.

Estudos realizados na área, incluindo algumas das 54 ilhas presentes na APA, inventariaram, até o momento, cerca de 242 táxons, sendo 81 representantes de algas verdes (Chlorophyta), 36 de algas pardas (Ochrophyta) e 125 de algas vermelhas (Rhodophyta). Muitos desses estudos têm relatado novos registros de macroalgas para o Atlântico e/ou litoral brasileiro, litoral nordestino e para a BTS, o que reflete a carência de estudos destes organismos na APA BTS assim como no Estado.

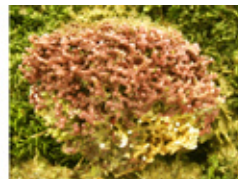


Locais estudados na Baía de Todos os Santos

DIVERSIDADE DE MACROALGAS NA BTS



A pesar da alta diversidade encontrada na APA BTS, alguns táxons são mais comumente encontrados que outros, como os representantes de clorofíceas (*Chaetomorpha brachygona*, *Rhizoclonium riparium*, *Cladophoropsis membranacea*, *Caulerpa racemosa*), feofíceas (*Dictyopteris jamaicensis*, *Padina borgesensis*, e *Sargassum* spp.) e rodofíceas (*Amphiroa fragilissima*, *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia montagnei*, *Palissada perforata*, *Hypnea musciformis*, *Meristotheca gelidium* e *Gracilaria domingensis*).



Algas presentes na BTS: Valonia (esquerda), Lithophyllum (centro) e Codium (direita).

The background of the page is a close-up photograph of several pieces of sushi. Each piece consists of a small ball of white rice, a slice of green avocado, and a piece of orange salmon, all wrapped in a dark green sheet of macroalgae (nori).

MACROALGAS como Alimento

A white silhouette of a seaweed branch is located in the bottom left corner of the page.

N o Brasil, a utilização de macroalgas na alimentação humana vem sendo cada vez mais difundida devido à culinária japonesa, cujo o emprego é milenar.

A utilização de macroalgas marinhas na dieta humana é extremamente benéfica pois apresentam alto teor de sais minerais (cálcio, ferro, fósforo, magnésio, etc.), oligoelementos (como silício, zinco, magnésio, cobre, selênio e o iodo), aminoácidos, além de vitaminas (A, B1, B2, B12, C, D, E) e ácidos graxos poli-insaturados, que combatem processos de oxidação do organismo. Estas apresentam ainda abundância de fibras, que ajudam a saciar a fome (atuando na perda de peso), além de atuarem como laxante moderado.

As principais macroalgas empregadas na alimentação são a *Porphyra* (também conhecida pelo nome popular de Nori), *Undaria* (Wakami), *Laminaria* (Kombu), *Ulva* (Aosa, Palahalaha) e *Monostroma* (Jotegusa).

Em várias partes do mundo as algas também são aproveitadas como alimento para o gado, ovelhas, cavalos, porcos e aves domésticas, pois além das propriedades acima relatadas, promovem ganho de peso dos animais e melhora da digestibilidade de forragens de baixa qualidade.




FICOCOLOIDES DE MACROALGAS



Os ficocoloides, ou hidrocoloides, são açúcares de cadeia longa, encontrados na parede celular das algas. Estão divididos em três grupos principais: alginato (extraído de algas pardas), carragenana e ágar (ambos obtidos de algas vermelhas). Estes são amplamente utilizados na indústria alimentícia já que não são absorvidos pelo organismo e, portanto, não introduzem calorias extras na dieta.

O ácido algínico é um sal (ácidos β -D-mannurônico e α -L-gulurônico), insolúvel em água à temperatura ambiente, porém torna-se solúvel em temperaturas elevadas. Este é obtido de algas pardas gigantes, conhecidas como “Kelps”, encontradas em águas frias. Os principais gêneros produtores de alginato são: *Macrocystis* (EUA), *Laminaria*, *Ascophyllum* (região do Atlântico Norte), *Eklonia* (região Indo-Pacífico), embora nesta última região também seja extraído de *Sargassum*, gênero também presente em águas quentes tropicais.

O ácido algínico, devido às suas propriedades espessantes, estabilizantes e gelificantes, é empregado nas indústrias têxtil (fabricação de tecidos), química (fabricação de tintas), farmacêutica (linhas cirúrgicas), odontológica (moldes dentários) e na alimentícia (produção de bebidas lácteas, sorvetes, cerveja, vinho, etc.).



FICOCOLÓIDES DE MACROALGAS



A carragenana, composto por polímeros de D-galactose sulfatados, é obtida das rodofíceas *Chondrus*, *Gigartina*, *Iridaea*, *Hypnea*, *Eucheuma* e *Kappaphycus*, estes dois últimos cultivados comercialmente no mundo.

As carragenanas são utilizadas na indústria em geral devido as suas propriedades gelificantes e estabilizantes, vastamente empregadas na indústria alimentícia (na fabricação de queijos, cremes e gelatinas), farmacêutica, de cosméticos e química (fabricação de tintas).

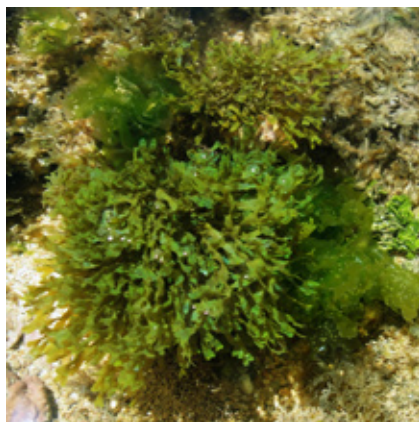
O ágar, formado por polímeros de D e L-galactose, é um composto que quando em presença de água quente expande-se e absorve água (cerca de 20 vezes do seu peso seco). O ágar, por apresentar características similares a da carragenana, também é muito utilizado na indústria alimentícia e farmacêutica, sendo, por exemplo, empregado na confecção de cápsulas de remédios e de meio de cultura para crescimento de organismos.

O nome “ágar” ou “ágar-ágar” provavelmente foi originado no sudeste da Ásia, sendo difundido para o Ocidente pelos holandeses, a partir de rotas comerciais com o Japão, no século 17. Os principais gêneros de algas vermelhas produtoras deste polissacarídeo são *Gelidium*, *Gracilaria*, *Gelidiella* e *Pterocladia*, sendo portanto, conhecidas como algas agarófitas.

Medicamentos de Macroalgas



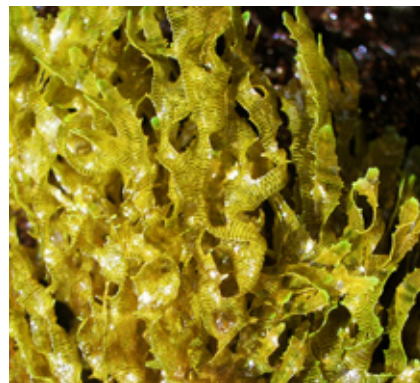
As macroalgas, visando a sua proteção dado a condição sésil, produzem substâncias (metabólitos secundários) que atuam causando ação tóxica nos herbívoros e organismos incrustantes. Esses metabólitos, principalmente aqueles encontrados nas feofíceas e rodofíceas, encontram vasta aplicação na indústria farmacêutica ao servir de base para a fabricação de drogas com ação analgésica, citotóxica (anticancerígena), bactericida, fungicida, anti-inflamatória, antibiótica e antiviral.



Feofíceas do gênero Dictyota sp., muito empregada em estudos químicos, crescendo associada Ulva (clorofíceas)

Medicamentos de macroalgas no Brasil

No Brasil, estudos sobre algas pardas da ordem Dictyotales tem demonstrado atividade química de terpenos extraídos de *Stypopodium zonale* (atividade antitumoral), *Dictyota* sp. (com propriedades antibacteriana, antifúngica, antiviral incluindo o vírus HIV), *Canistrocarpus* sp. (contra vírus da herpes, contra a atividade do veneno de cobra *Lachesis muta*). Já as algas vermelhas estão entre as principais produtoras de metabólitos secundários no ambiente marinho. Neste grupo, destaca-se o gênero *Laurencia*, a partir do qual são conhecidas sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos e acetogeninas com atividade bactericida, antiparasitária (protozoários *Trypanosoma* e *Leishmania*), antiviral (vírus da Herpes - HSV-1), antifúngica, anticancerígena, analgésica e anti-asmática.



Talo de *Dictyota crenulata*, portando margem denteada característica

COMBUSTÍVEL DE MACROALGAS


As macroalgas, devido a simplicidade do seu talo e a relativa facilidade de ampliar a sua biomassa, podem ser uma fonte alternativa para a produção de biocombustíveis (etanol) em detrimento à produção de biodiesel oriundo de fontes animais e vegetais terrestres.

Por possuírem entre 50% e 60% de seu peso seco composto por açúcares, as macroalgas são fonte ideal para obtenção de álcool proveniente de carboidratos, pois ao serem degradados por enzimas específicas, transformam-se em compostos fermentáveis que dão origem ao etanol.

Estas podem ser aproveitadas ainda para a produção de biogás (metano), a partir de biomassa de algas atiradas ao longo das praias. Este pode ser produzido a partir da degradação do talo das macroalgas através da digestão anaeróbica realizada por bactérias em biorreatores fechados. O metano produzido pode ser utilizado como gás natural para cozinhar, para gerar energia elétrica ou ainda na forma de gás natural comprimido para veículos automotivos.



Macroalgas arribadas (várias espécies de algas pardas, verdes e vermelhas), encontradas na beira-mar e popularmente designada de "sargaço"



CULTIVO DE MACROALGAS



cultivo de macroalgas no ambiente marinho é uma das alternativas para a obtenção de biomassa, as quais podem gerar fonte de renda e ainda preservar os estoques naturais de um dado local ou região.

A atividade de cultivo não requer técnicas especializadas, sendo geralmente muito simples. Um dos métodos, conhecido como *long-lines*, utiliza sistemas de cordas nas quais pequenos pedaços de algas são presos e deixados para crescer imersos na água.

Qual macroalga pode ser cultivada? Normalmente qualquer macroalga pode ser potencialmente cultivada, contudo a escolha se dá pelo valor comercial no mercado, além das características de crescimento e facilidade de manejo. Um grupo bem explorado de macroalgas são as *Gracilaria*, das quais se extraem o ágar e de *Eucheuma* e da macroalga exótica *Kappaphycus alvarezii*, produtoras de carragenana. Existem alguns experimentos realizados ao longo de alguns estados do Brasil mostrando resultados quanto ao cultivo dessas algas.



Biomonitores




No ambiente marinho, as macroalgas crescem e se reproduzem sem causar prejuízos. Quando expostas a dejetos urbanos e industriais, estas acumulam material dissolvido na água em seu talo, podendo, às vezes, responder causando crescimento exagerado de biomassa, que ocasionam efeito visual não agradável ao local.

As macroalgas bentônicas são enquadradas como bons biomonitores (organismo que fornece informação quantitativa sobre a qualidade do ambiente em que vive) devido a sua condição sésil, representatividade local e facilidade de coleta. A sua utilização em estudos de contaminação por elementos traços em ecossistemas costeiros deve-se à capacidade das macroalgas acumularem e tolerarem altas concentrações destes elementos, em uma razão de até milhares de vezes em relação ao meio.

As macroalgas, ao contrário de outros organismos bioindicadores de contaminação por elementos traços, como por exemplo os animais que se alimentam por filtração, acumulam íons de metal dissolvidos na água do mar em suas paredes celulares.

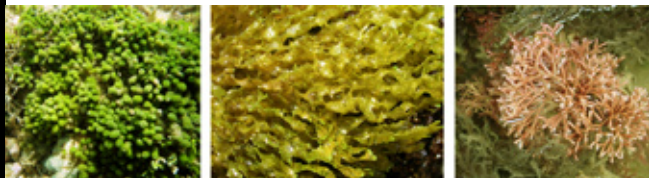


Biomonitor



Algumas algas, sobretudo as algas pardas, possuem compartimentos especiais (fisoides) que reforçam a sua capacidade de acumular altas concentrações de elementos traços.

Estudos realizados na Baía de Todos os Santos mostraram que algumas macroalgas (*Padina* spp., *Sargassum* spp., *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia montagnei*, *Dictyopteris jamaicensis*, *Ulva lactuca*, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa scalpelliformis* e *Penicillus capitatus*) funcionaram localmente como bons biomonitor da contaminação por alguns elementos traços (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Li, Mn, Ni, Pb, V e Zn).



Algumas macroalgas encontradas na BTS: *Caulerpa* sp. (esquerda), *Dictyota* sp. (centro) e *Tricleocarpa* sp. (direita)

Ficha Técnica

realização



Texto

Carlos Wallace do Nascimento Moura¹

Wellington Romualdo de Almeida¹

Kátia Lidiane Moniz-Brito¹

Maria das Graças Andrade Korn²

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, Bahia.

² Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Rua Barão de Geremoabo, 147, Ondina, 40170-115, Salvador, Bahia.

Revisão e Supervisão

Núbia Moura Ribeiro

Arte, Diagramação e Ilustrações

Igor Queiroz

Capa

Naiara Rezende

Fotos

Carlos Moura

Domínio Público

COLEÇÃO CARTILHAS

- Abelhas
- Própolis
- Macroalgas
- Corais
- Peixes de zonas rasas da BTS
- Indicadores ambientais marinhos
- Religiões afro-brasileiras
- Literatura de João Ubaldo



FUNDAÇÃO PEDRO CALMON



UESC



UEFS



UNEB



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
RIO DE JANEIRO



INSTITUTO DE MATEMÁTICA



Bahia

Secretaria do Meio Ambiente
e Recursos Hídricos



Bahia

Secretaria de Ciência,
Tecnologia e Inovação



FAPESB

Fundação de Amparo
à Pesquisa do Estado da Bahia



FAPESP

Fundação de Amparo
à Pesquisa do Estado de São Paulo



UFBA

Universidade Federal da
Bahia



UFPA