



MAR DE CONHECIMENTOS 3:

POLUIÇÃO E BIOTECNOLOGIA MARINHA

Organizadores:

Ana Beatriz Tuma
Beatrice Padovani Ferreira
Beatriz Alves
Eduardo Resende Secchi
Manuela Bassoi
Sílvia Dotta



INCT BIODIVERSIDADE
DA AMAZÔNIA AZUL

Imagem: Rodrigo Cezar Genoves



INTERANTAR





Copyright © 2024 INCT da Biodiversidade da Amazônia Azul

Texto, revisão e edição: Ana Beatriz Tuma

Arte e diagramação: Beatriz Alves

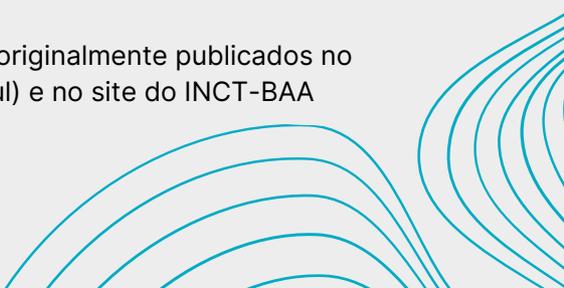
Coordenação de divulgação científica: Sílvia Dotta

Conselho editorial: Eduardo Resende Secchi, Beatrice Padovani Ferreira, Alexandre de Freitas Azevedo, Luis Fernando Fernandes Marins, Moacyr Cunha de Araujo Filho, Yocie Yoneshigue-Valentin, Vivian Helena Pellizari, Manuela Bassoi e Silvia Cristina Dotta.

Fotos: créditos atribuídos aos autores onde aparecem. Outras imagens são de uso público e foram extraídas do Freepik, Canva e Wikimedia Commons.

Este livro está licenciado sob Creative Commons (CC BY-SA 4.0). Isso significa que qualquer pessoa tem permissão para compartilhá-lo e adaptá-lo desde que sejam atribuídos os devidos créditos.

Os textos deste e-book foram originalmente publicados no Instagram (@bio_amazonia_azul) e no site do INCT-BAA (www.bioamazoniaazul.com).



CATALOGAÇÃO NA FONTE
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

M298 Mar de conhecimentos 3: Poluição e biotecnologia marinha /
Ana Beatriz Tuma, Beatrice Padovani Ferreira, Beatriz Alves, Eduardo Resende Secchi,
Manuela Bassoi, Sílvia Dotta, organizadores.
Santo André, SP : Interantar, 2024.

103 p.: il.

ISBN: 978-65-5719-077-7

1.Amazônia Azul. 3.Biodiversidade. 4. Década do oceano.
I. Título.

CDD 22 ed. – 578.77



**INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DA BIODIVERSIDADE DA AMAZÔNIA AZUL**

COORDENAÇÃO

Eduardo Resende Secchi
Beatrice Padovani Ferreira

COMITÊ GESTOR

Alexandre de Freitas Azevedo
Luis Fernando Fernandes
Marins
Moacyr Cunha de Araujo Filho
Yocie Yoneshigue-Valentin
Vivian Helena Pellizari

SECRETARIA EXECUTIVA

Manuela Bassoi

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Silvia Cristina Dotta
Ana Beatriz Camargo Tuma
Beatriz Alves de Souza Ferreira e Silva

CONSULTORIA CIENTÍFICA

Alexandre de Freitas Azevedo
Elitieri Batista Santos Neto
Luis Fernando Marins
Tatiana Bisi





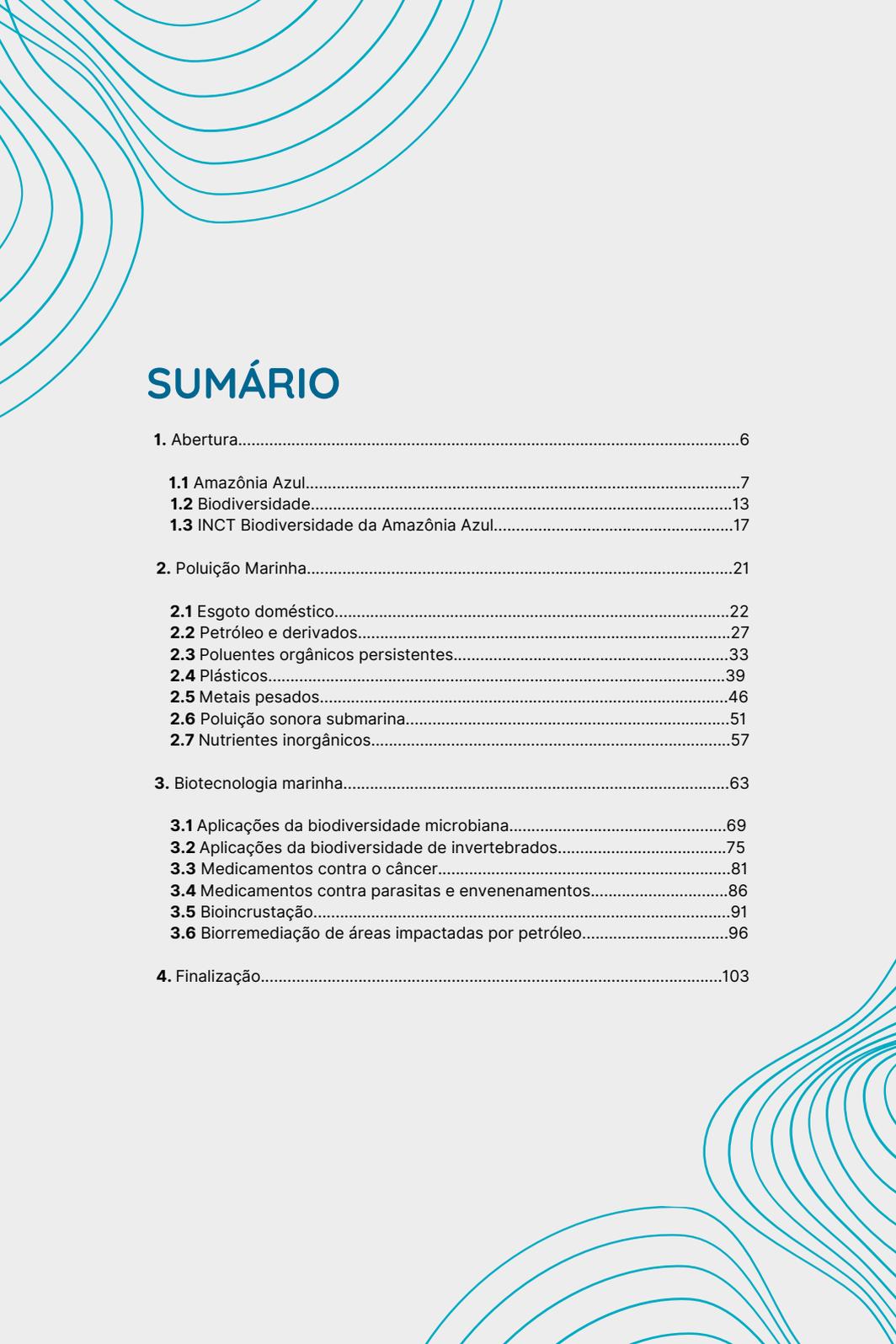
Apresentação

CONHEÇA NOSSA PRODUÇÃO

O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Biodiversidade da Amazônia Azul (INCT da Biodiversidade da Amazônia Azul) iniciou suas atividades em 2023 sob coordenação dos professores Eduardo Resende Secchi (Universidade Federal do Rio Grande, FURG) e Beatrice Padovani Ferreira (Universidade Federal de Pernambuco, UFPE).

A equipe deste INCT trabalha na investigação da diversidade biológica da Amazônia Azul, de maneira integrada e multidisciplinar. Esse trabalho é importante, pois o oceano e seus ecossistemas abarcam uma imensa biodiversidade não completamente mapeada, quantificada e sustentavelmente explorada.

Com o avanço das mudanças climáticas, é necessário um grande empenho para entender as interações da biodiversidade com o ambiente. Os estudos permitirão compreender os efeitos dessas mudanças, os impactos dos seres humanos no oceano e produzir estratégias para a conservação da vida marinha e seu potencial biotecnológico. Além disso, um banco de dados inédito será construído, permitindo avanços sobre a biodiversidade da Amazônia Azul.



SUMÁRIO

1. Abertura.....	6
1.1 Amazônia Azul.....	7
1.2 Biodiversidade.....	13
1.3 INCT Biodiversidade da Amazônia Azul.....	17
2. Poluição Marinha.....	21
2.1 Esgoto doméstico.....	22
2.2 Petróleo e derivados.....	27
2.3 Poluentes orgânicos persistentes.....	33
2.4 Plásticos.....	39
2.5 Metais pesados.....	46
2.6 Poluição sonora submarina.....	51
2.7 Nutrientes inorgânicos.....	57
3. Biotecnologia marinha.....	63
3.1 Aplicações da biodiversidade microbiana.....	69
3.2 Aplicações da biodiversidade de invertebrados.....	75
3.3 Medicamentos contra o câncer.....	81
3.4 Medicamentos contra parasitas e envenenamentos.....	86
3.5 Bioincrustação.....	91
3.6 Biorremediação de áreas impactadas por petróleo.....	96
4. Finalização.....	103

Seção de

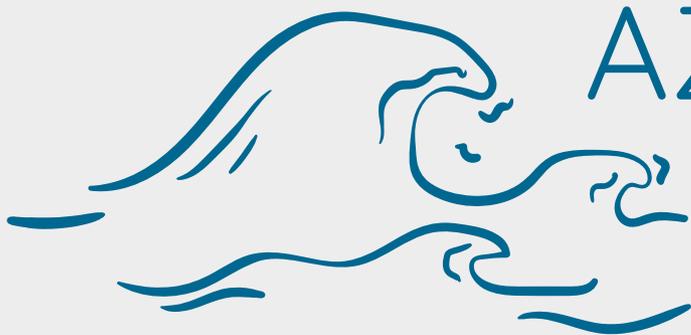
ABERTURA

Conheça a Biodiversidade da
Amazônia Azul e o nosso INCT





AMAZÔNIA AZUL

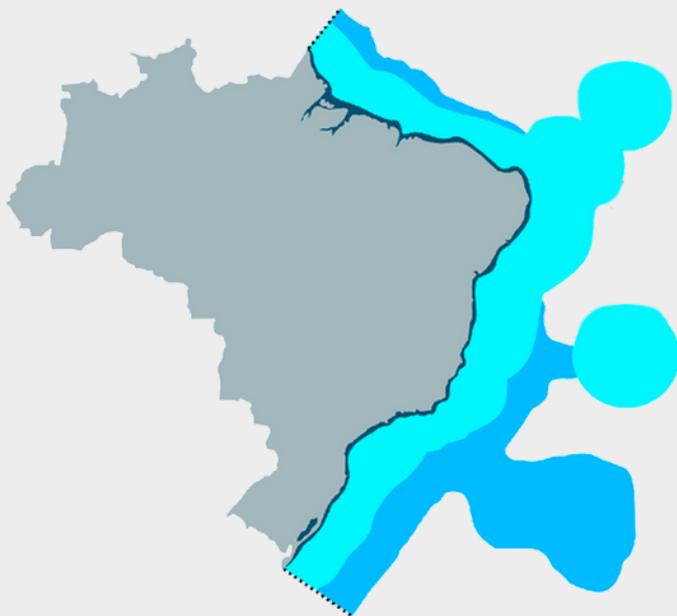




Você já ouviu falar da **Amazônia**? A maior floresta tropical do mundo, localizada no norte e noroeste do Brasil e também parte de outros países da América do Sul. Famosa por sua **biodiversidade**, a floresta amazônica inspirou a criação do termo “Amazônia Azul”.



A Amazônia Azul é uma área do Oceano Atlântico, a qual abrange os 8,5 mil km da costa brasileira. Ela é a soma de toda a zona econômica exclusiva (ZEE), com 3,6 milhões de km², e a extensão da plataforma continental, que tem mais de 2 milhões de km². Isso totaliza **5,7 milhões de km²**.



Muita coisa, né?
Imagine a diversidade biológica dessa
imensa área!



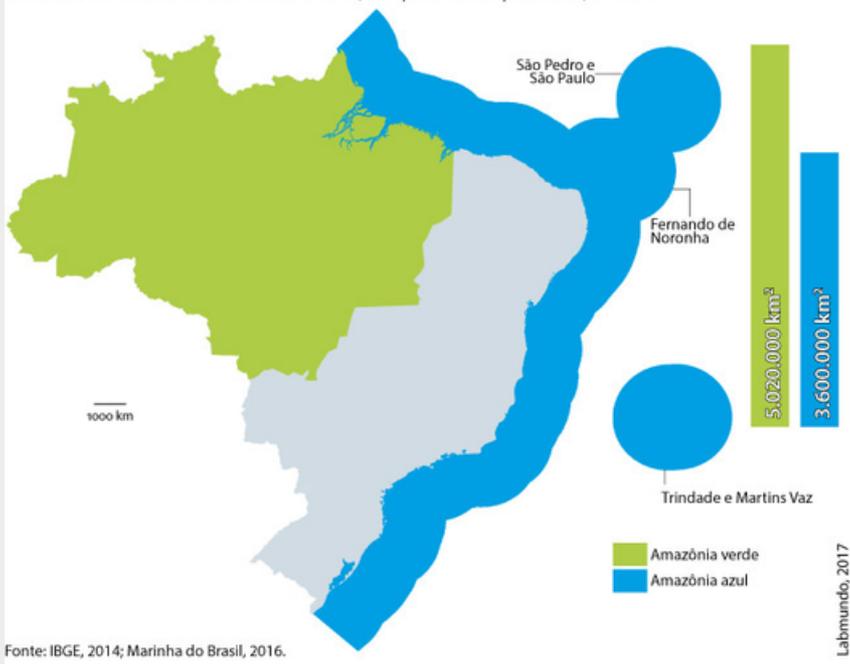
Se você já esteve em uma praia brasileira,
então já conhece um pedacinho da
Amazônia Azul.

E por que ela tem esse nome?



ÚLTIMA FRONTEIRA NO MAR

Dimensão da área da amazônia azul e verde, em quilômetros quadrados, em 2016



O termo foi registrado pela Marinha do Brasil, em 2011, com o objetivo principal de despertar a curiosidade pelo mar. Esse espaço marinho equivale à metade do nosso território terrestre, com dimensão e biodiversidade semelhantes àsquelas da Amazônia Verde.

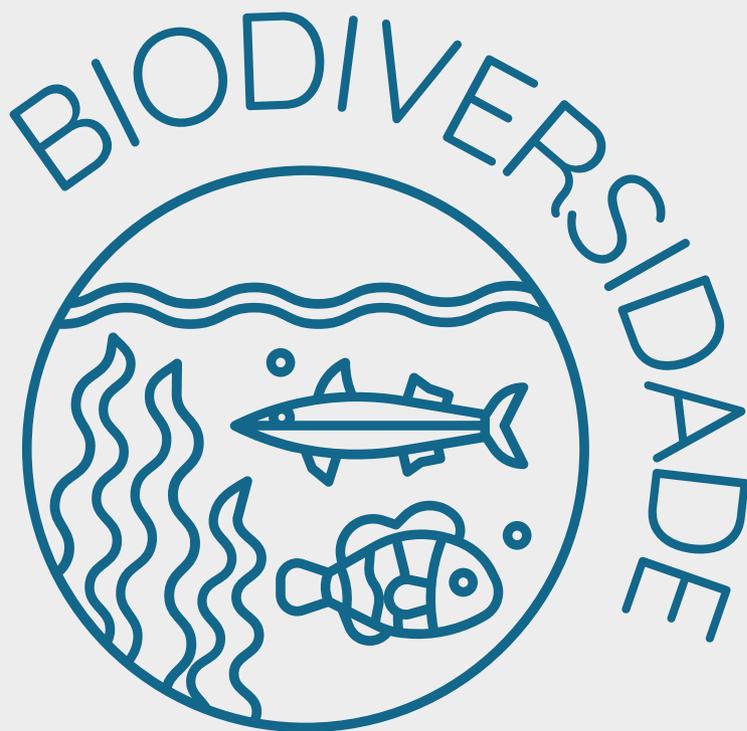


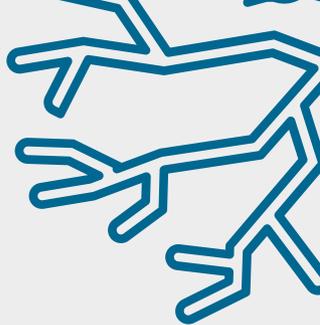
Toda a riqueza natural e mineral da Amazônia Azul pode ser **explorada** economicamente apenas pelo Brasil. Tudo tem que ser feito de forma racional e sustentável. O conhecimento científico deve ser a base para orientar o bom uso desses recursos.



Conhecer a Amazônia Azul é o primeiro passo para que o Brasil exerça seus direitos com responsabilidade. É o objetivo do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Biodiversidade da Amazônia Azul (INCT-BAA).

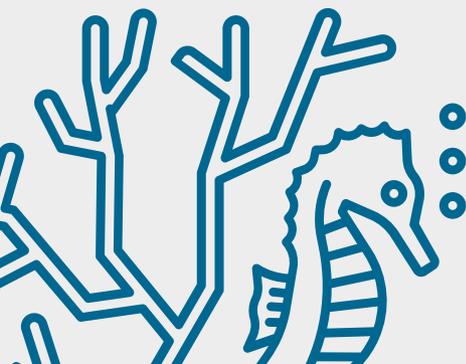






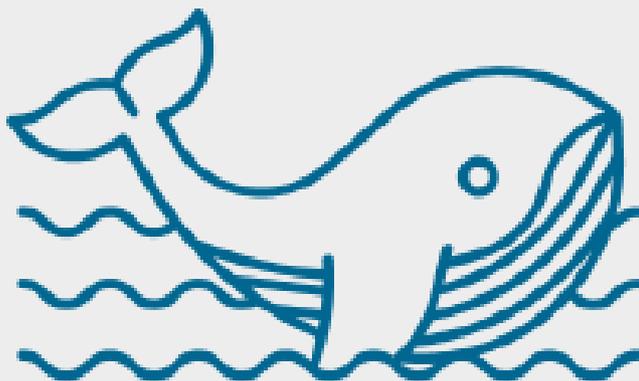
A variedade de todos os seres vivos existentes na Terra compõe a **biodiversidade** ou **diversidade biológica**. Isso inclui a diversidade dentro das espécies, entre elas e os ambientes em que estão inseridas, como os ecossistemas terrestres ou marinhos.

Resultado de milhões de anos de evolução, a biodiversidade é essencial para **manter a vida em nosso planeta**. A extinção de uma espécie é irreversível, representa a perda de um processo evolutivo único e sem repetição.



O **ambiente marinho** possui uma grande biodiversidade que pode ser explorada de forma sustentável para a obtenção de alimentos e extração de produtos de interesse farmacêutico e nutricional.

Mas, acredite, a biodiversidade marinha ainda é pouco conhecida e estudada no Brasil, especialmente nas regiões oceânicas mais profundas.





A formação, manutenção e ampliação de **redes de pesquisa nacionais e internacionais** com o objetivo de estudar a diversidade biológica marinha e sua relação com o ambiente é fundamental.

Este é o caso do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Biodiversidade da Amazônia Azul (INCT-BAA).





INCT BIODIVERSIDADE DA AMAZÔNIA AZUL



O principal **objetivo** do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Biodiversidade da Amazônia Azul é formar uma Rede Nacional de Cooperação em Ciência e Tecnologia, incluindo colaboradores internacionais com forte capacidade de pesquisa, formação de recursos humanos e transferência do conhecimento para a sociedade.

A equipe **trabalha** na investigação da **diversidade biológica** da Amazônia Azul, de maneira integrada e multidisciplinar.

O trabalho do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Biodiversidade da Amazônia Azul é **importante**, pois o oceano e seus ecossistemas abarcam uma imensa biodiversidade não completamente mapeada, quantificada e sustentavelmente explorada.



Com o avanço das **mudanças climáticas**, é necessário um grande empenho para entender as interações da biodiversidade com o ambiente.

Os estudos permitirão compreender os efeitos dessas mudanças, os impactos dos seres humanos no oceano e produzir estratégias para a **conservação da vida marinha** e seu **potencial biotecnológico**.

Um banco de dados inédito será construído, permitindo avanços sobre a **biodiversidade da Amazônia Azul**.







POLUIÇÃO MARINHA

Conheça os tipos de poluição marinha





POLUIÇÃO MARINHA

ESGOTO DOMÉSTICO





O **esgoto doméstico** é aquele que vem das casas e lojas comerciais, sendo uma mistura de **dejetos humanos, água e compostos químicos**, tais como sabões e detergentes.

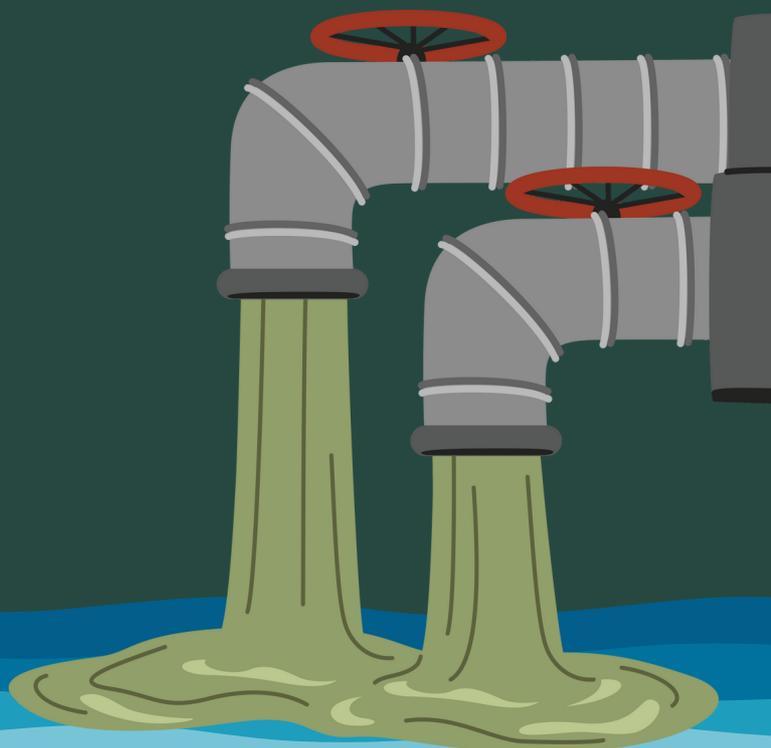




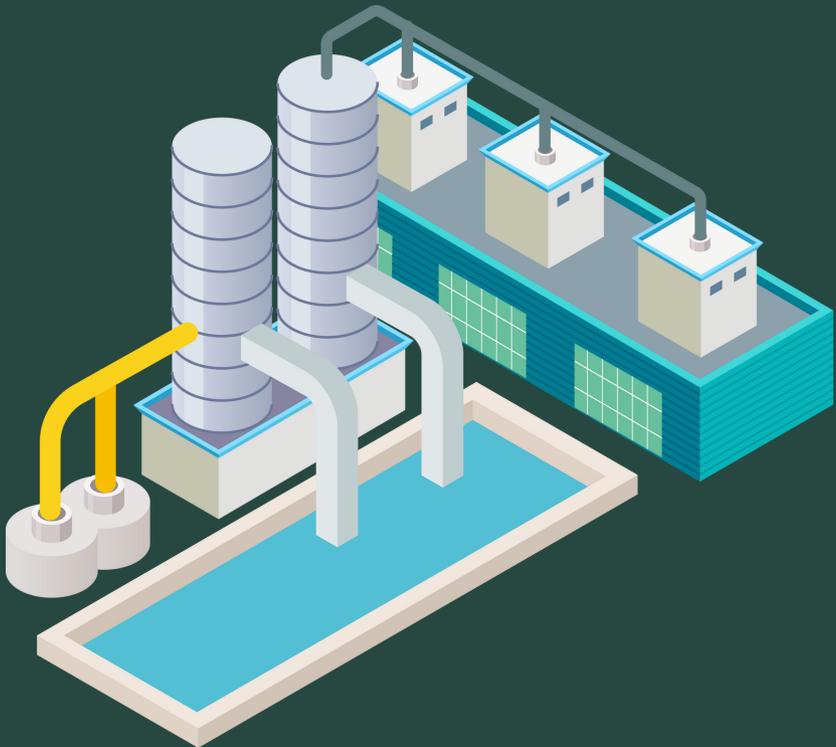
No que se refere à poluição marinha, o esgoto doméstico é **um dos maiores problemas a nível global** tanto pelo volume de **material despejado** todos os dias no mar quanto pelas **doenças** que causa.



Nas **regiões costeiras**, as descargas de esgoto doméstico, muitas vezes, são feitas por canais e córregos que **deságuam nas praias**, gerando poluição marinha.



Para **solucionar** a poluição marinha gerada por esgoto doméstico, têm sido utilizados, principalmente, **sistemas de tratamento** em estações próprias para isso. No entanto, apenas cerca de **50% do esgoto é tratado no Brasil.**





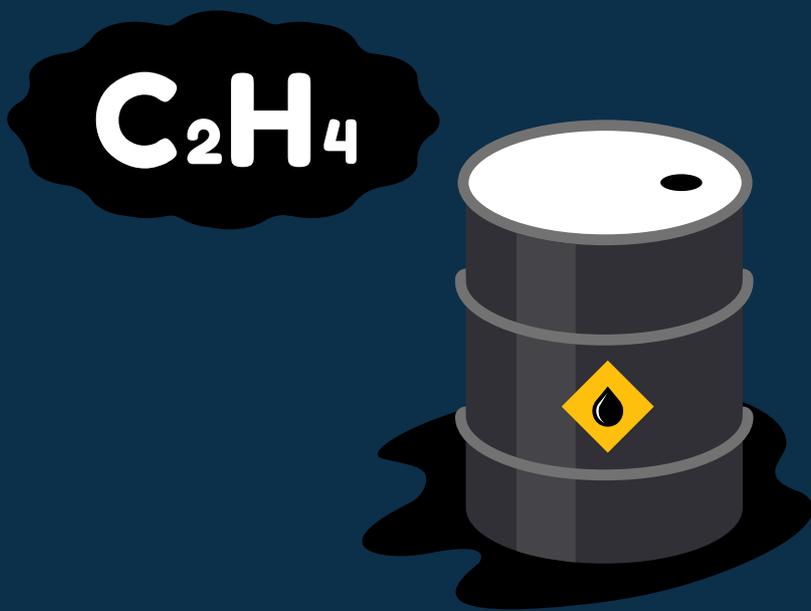
POLUIÇÃO MARINHA

PETRÓLEO E DERIVADOS



O **petróleo** é constituído de **hidrocarbonetos** (substâncias orgânicas formadas de hidrogênio e carbono) e **compostos contendo outros elementos**, como enxofre e oxigênio, além de poder possuir **metais**, tais como níquel e ferro.

Os **derivados do petróleo** são a gasolina, o óleo diesel, o querosene, entre outros.



O oceano recebe a **contaminação por petróleo e seus derivados** de diversas fontes, as quais são de dois tipos: provenientes de **atividades humanas** (como os acidentes com navios petroleiros) e/ou **naturais** (como rachaduras no solo marinho causadas por abalos sísmicos).



As **principais fontes de poluição marinha** por petróleo e seus derivados são os **esgotos urbanos e industriais**, que deságuam diretamente no mar, e **diversas operações** que incluem a **perfuração, exploração, transporte e limpeza de terminais e plataformas**.



Apesar de não serem comuns, os **acidentes com navios petroleiros e plataformas de petróleo** causam sérios **impactos ambientais**, devido ao **grande volume de óleo** que é lançado no mar.



A **biodiversidade da Amazônia Azul** ainda sofre o **impacto do mais extenso derramamento de petróleo** já registrado em águas tropicais ocorrido em 2019.

As manchas de óleo se espalharam por **11 estados brasileiros. Pernambuco, Alagoas, Bahia e Sergipe foram os mais afetados**, recebendo cerca de **98% do petróleo derramado**. Esses estados foram os mais prejudicados devido a uma combinação de fatores, como a movimentação das marés e a direção dos ventos.





POLUIÇÃO MARINHA

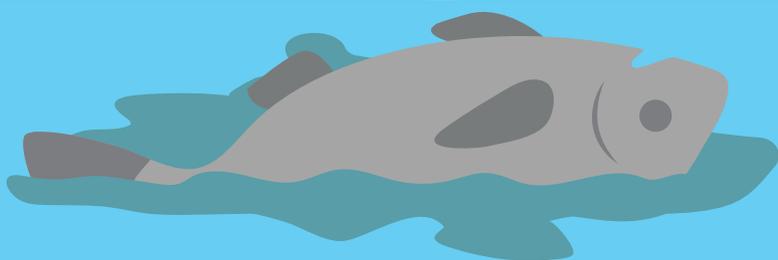
ORGÂNICOS PERSISTENTES



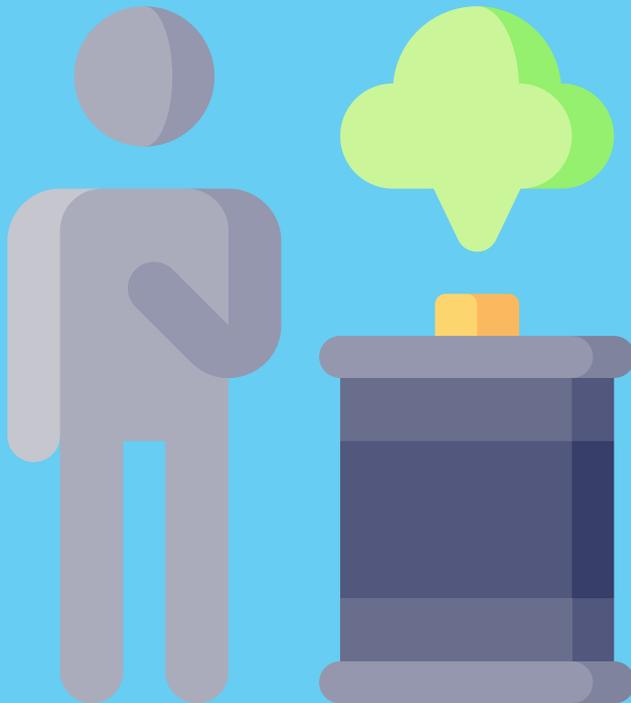
Os **poluentes orgânicos persistentes** são um grupo de contaminantes que são **tóxicos, estáveis, resistentes à degradação e bioacumulativos**, isto é, se acumulam nos organismos vivos.



Os seres vivos têm **dificuldade de metabolizar** os poluentes orgânicos persistentes, os quais têm um grande potencial para causar **danos à saúde dos animais** e aos **ecossistemas** em que vivem, mesmo em pequenas concentrações.



Os poluentes orgânicos persistentes são compostos que foram **sintetizados pelos seres humanos**, ou seja, não ocorrem naturalmente no ambiente.



São **22** os poluentes orgânicos persistentes **banidos ou restritos** pela Convenção de Estocolmo por serem **bioacumuláveis e pelos efeitos na saúde dos animais e dos seres humanos**:

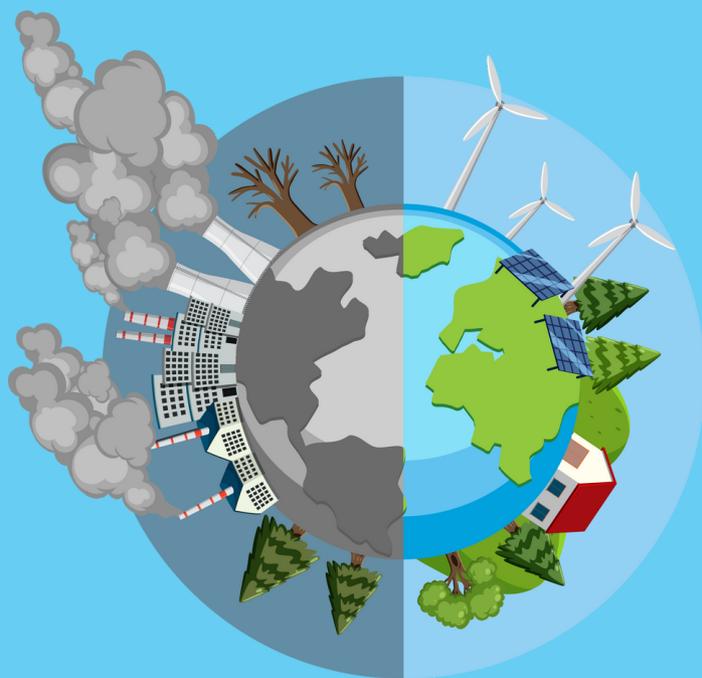
Treze pesticidas (Aldrin, Dieldrin, Endrin, Clordano, Heptacloro, DDT, Toxafeno, Mirex, Clordecona, alfa-HCH, beta-HCH, Lindano e Endosulfan);

Sete produtos industriais (PCBs, HCB, HBB, PBDEs, PFOs, POSF e PeCB);

Dois resíduos de atividades humanas não intencionais (dioxinas e furanos).



O planeta Terra inteiro recebe a **contaminação dos poluentes orgânicos persistentes**, que são transportados por longas distâncias a partir de seu ponto de origem. Esses poluentes são encontrados, inclusive, em **áreas remotas** onde nunca foram usados, como a **Antártica** e o **Ártico**.





POLUIÇÃO MARINHA PLÁSTICOS





Imagem: Wikimedia Commons

As primeiras observações de plásticos no oceano foram realizadas pelo **cientista norueguês Dr. Thor Heyerdahl** em suas expedições científicas à Polinésia (1937-38) e ao Noroeste da América (1940-41).



Hoje, o **principal** componente do **lixo marinho** são os **plásticos**, polímeros orgânicos sintéticos derivados do petróleo.



E você sabia que se estima que **existam plásticos há apenas um século?**

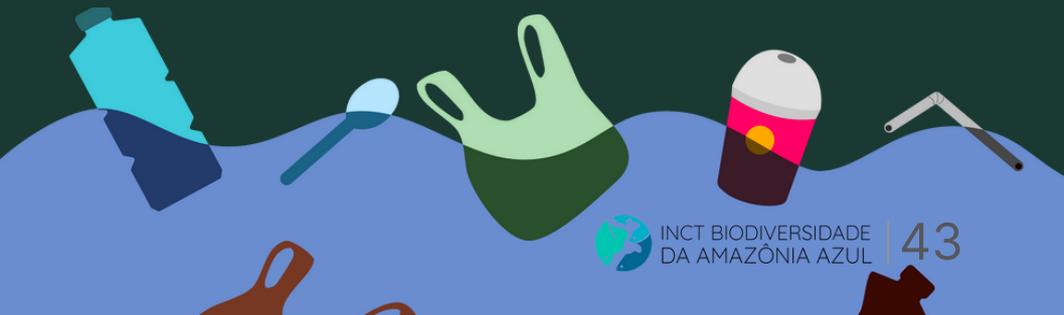


Os plásticos são materiais **leves, resistentes, duráveis e baratos**, o que faz com que eles sejam utilizados como **matéria-prima** para a **fabricação de muitos produtos**, como as embalagens em geral.

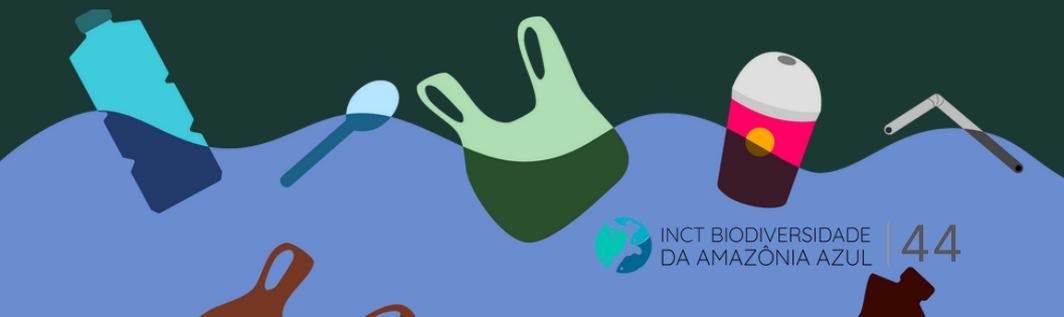
Esses produtos podem ser encontrados em **abundância** em diversos ambientes, como o marinho, já que há o **crescente uso pela população, o descarte inadequado e faltam programas de gerenciamento de lixo eficientes**, por exemplo.



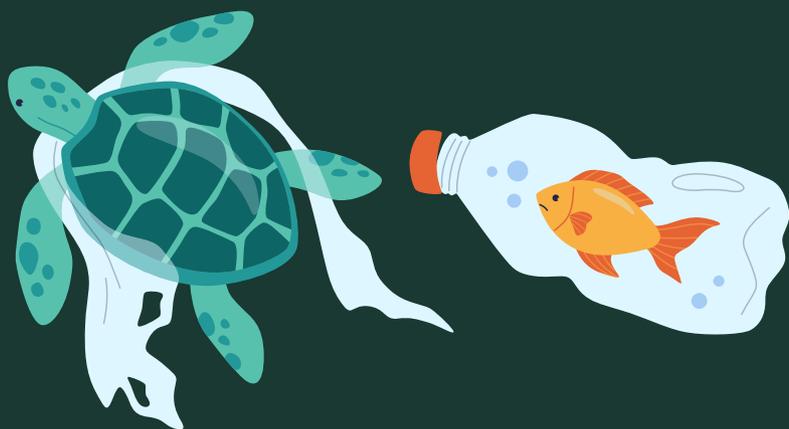
As maiores introduções de plásticos no mar são oriundas de **áreas industrializadas** ou **muito povoadas**.



Grande parte dos plásticos chega ao oceano por meio de **drenagem de rios** que banham cidades costeiras, as quais têm **insuficientes sistemas de coleta de lixo e baixa taxa de reciclagem.**



Diversos seres marinhos são **afetados** pela poluição por plásticos, como os que **ingerem o lixo**, confundindo-o com comida, ou tem esse **lixo agarrado ao corpo**.



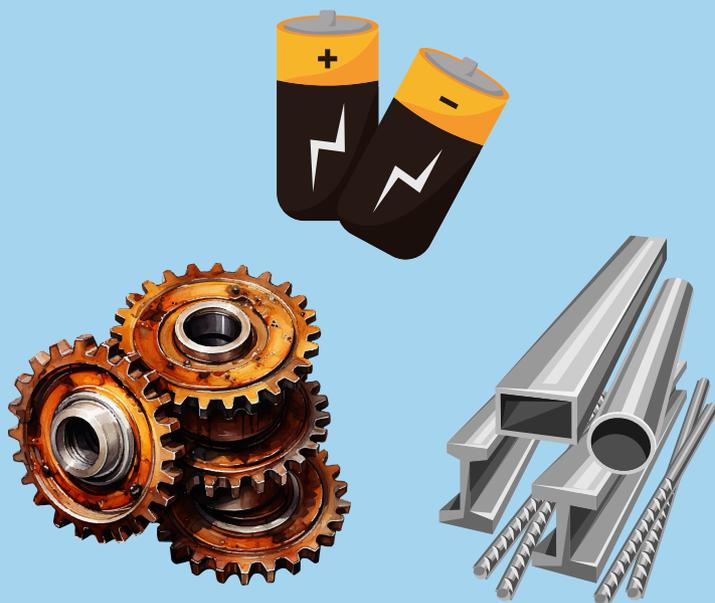


POLUIÇÃO MARINHA

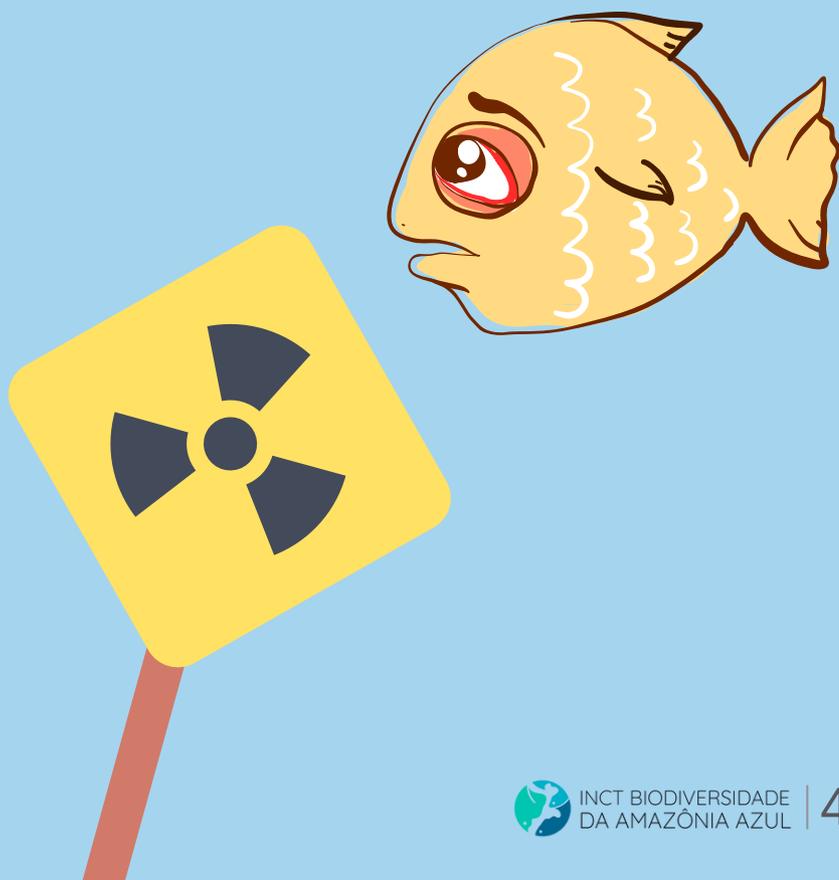
METAIS PESADOS



O **uso intenso de metais pesados**, como cobre, mercúrio e cádmio, em aplicações industriais, tecnológicas, domésticas e agrícolas tem feito com que eles sejam encontrados em **maiores concentrações no ambiente marinho**.



O aumento da concentração dos metais pesados no mar tem **consequência negativa nos seres vivos** que ali vivem. A **toxicidade** depende das **características de cada organismo**, do **tipo de metal** e da **dose** a que foram expostos à contaminação.

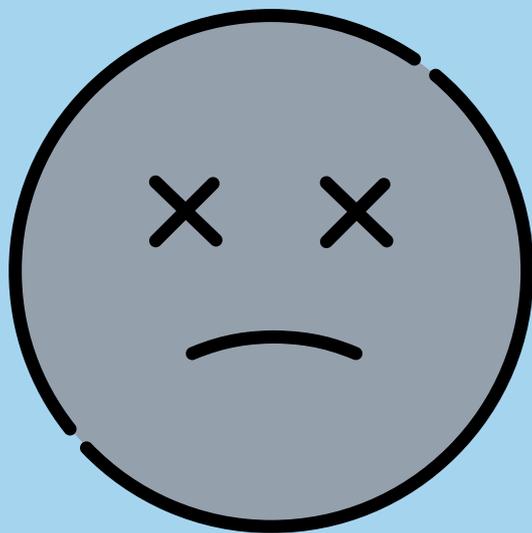


Alguns metais pesados, como o ferro, o magnésio e o zinco, são considerados **essenciais** por terem papel em **funções fisiológicas e bioquímicas nos seres vivos**.

No entanto, quando estão **em excesso**, **podem causar danos** aos tecidos e células, sendo tóxicos.



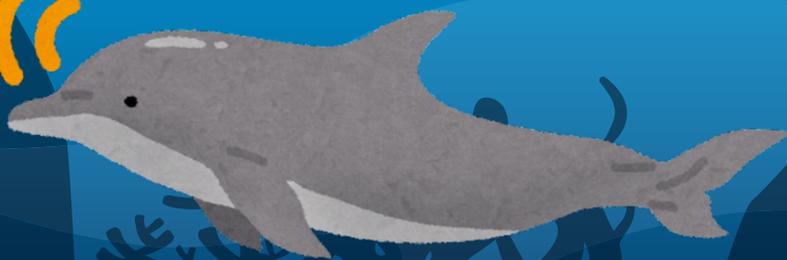
Outros metais pesados, como arsênio, cádmio e mercúrio, **não são essenciais por não terem funções biológicas** nos organismos vivos. A poluição marinha causada por esses metais **causa efeitos adversos** nesses organismos, podendo levar à morte por sua toxicidade.



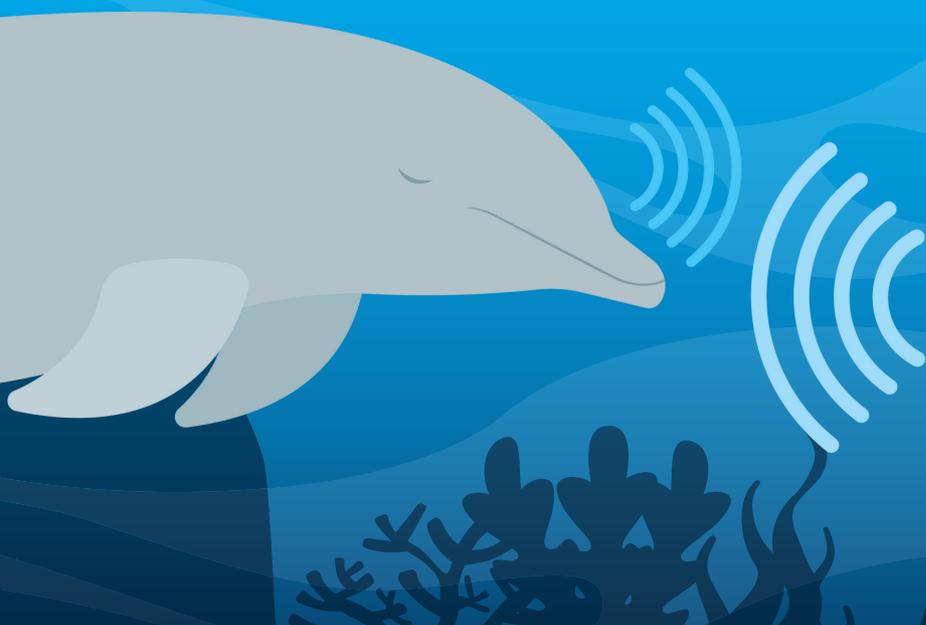


POLUIÇÃO MARINHA

POLUIÇÃO SONORA



Grande parte dos **organismos marinhos** se comunica, se orienta e localiza comida por meio de **sons**.



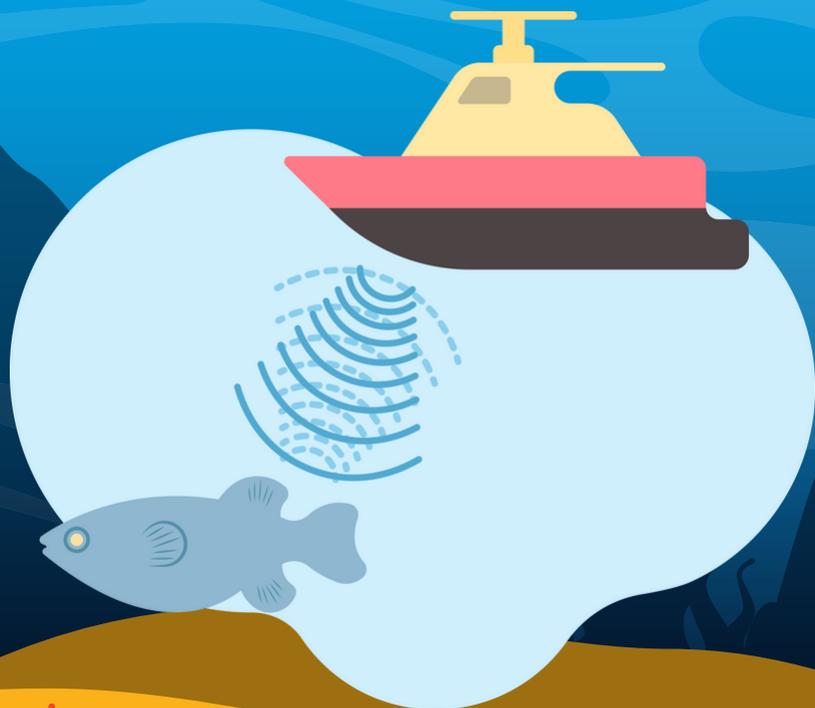
É possível **reconhecer a biodiversidade** existente em determinada região pelos sons que as espécies emitem, como o canto das baleias.



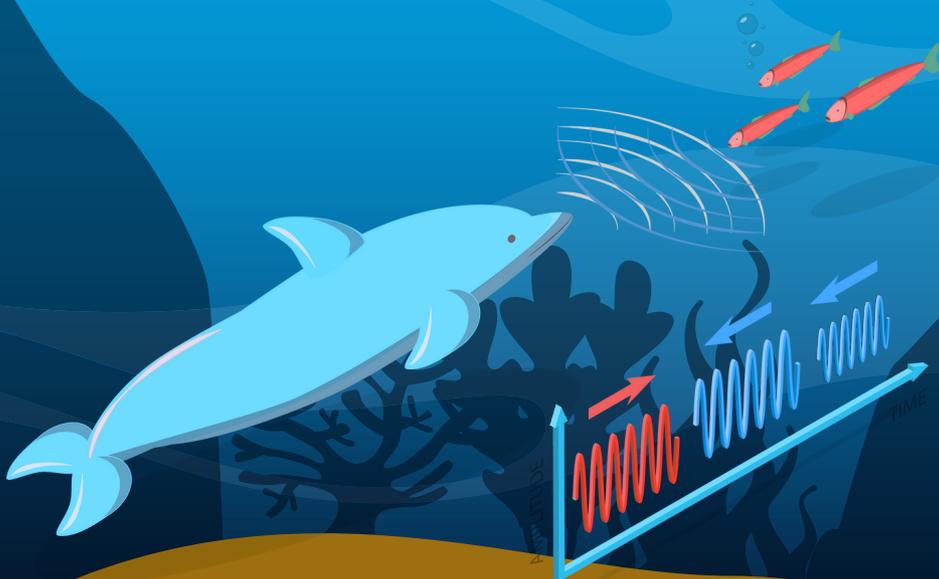
A paisagem sonora do oceano conta com vários **sons** produzidos pelos **seres humanos**, o que pode causar **poluição sonora submarina**.



Entre os principais sons produzidos pelas pessoas e que causam poluição sonora submarina estão o do **transporte marítimo** e o da **exploração do petróleo e gás natural**.



A poluição sonora submarina tem um **imenso impacto sobre a biodiversidade do oceano** por gerar, por exemplo, a **desorientação** dos animais que vivem no mar e **atrapalhar a comunicação** deles.



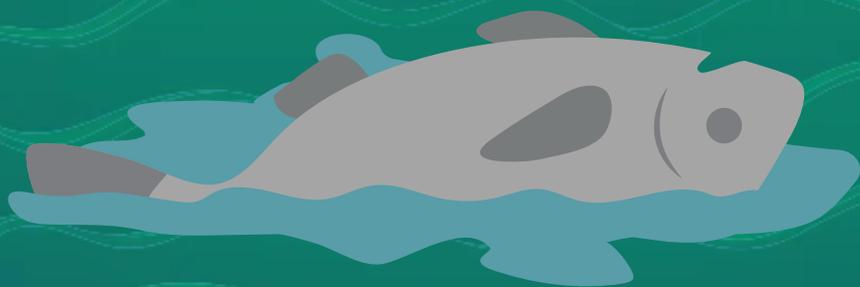
O barulho produzido pelos seres humanos no mar também pode **prejudicar a reprodução**, o **cuidado com os filhotes** e até contribuir para a **extinção de algumas espécies**.





POLUIÇÃO MARINHA

NUTRIENTES INORGÂNICOS



Alguns **nutrientes inorgânicos**, como o nitrogênio e o fósforo, são essenciais ao crescimento das plantas. Por isso, eles são muito utilizados em **fertilizantes na indústria agrícola**, o que pode causar poluição marinha.



Com a entrada de **grandes quantidades de nutrientes inorgânicos no mar**, como a partir de cursos de água de áreas agrícolas, ocorre a **eutrofização do ambiente**.



Imagem: Cultureel Gelderland - Wikimedia Commons

Se você está se perguntando o que é a eutrofização, a gente te explica: ela é um tipo de **poluição marinha**, resultado da alta concentração desses nutrientes. Isso estimula o crescimento excessivo de algas, tornando o **mar turvo** e com **pouco oxigênio**.



A eutrofização causa sérias consequências, entre elas, a **perda da biodiversidade** e a **morte de seres vivos marinhos**.

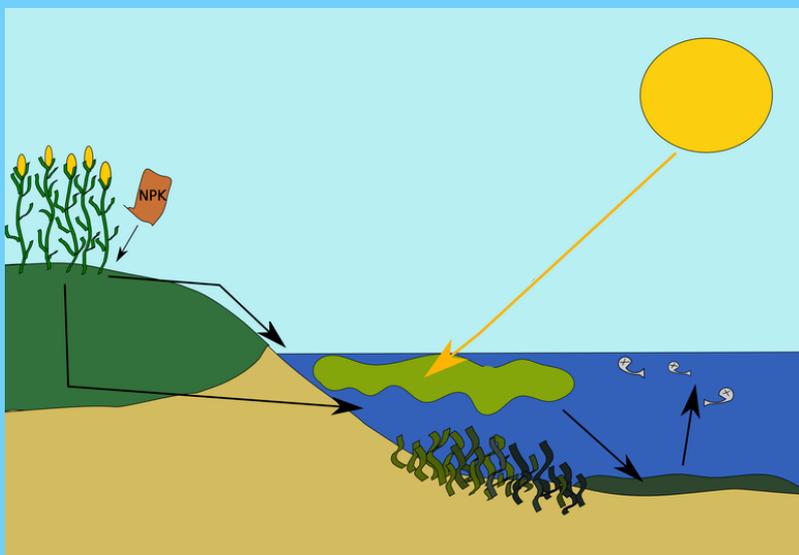


Imagem: Kungfucrab - Wikimedia Commons



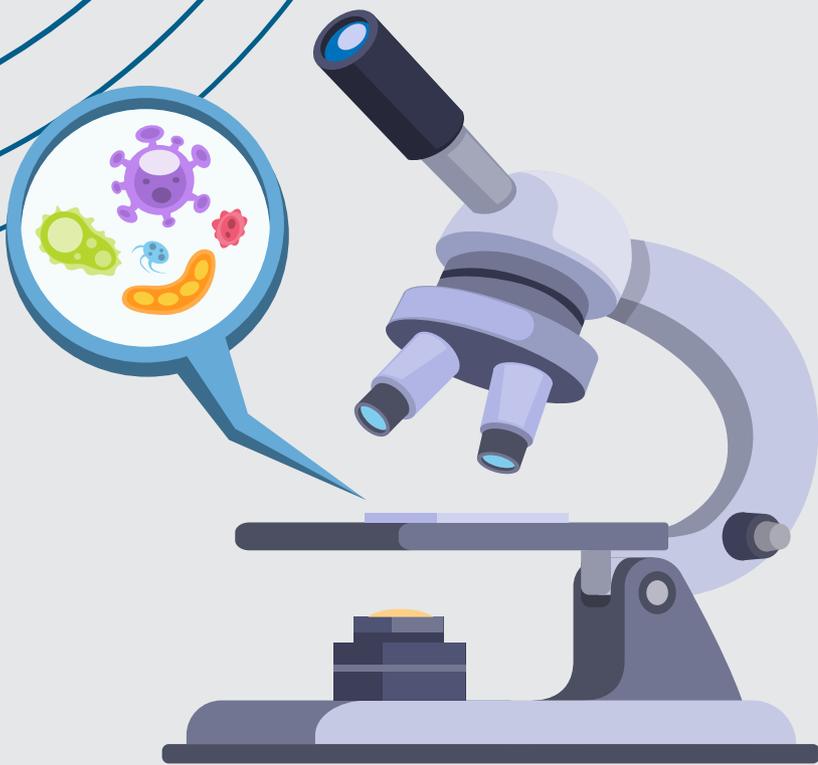




BIOTECNOLOGIA MARINHA

Conheça a biotecnologia marinha





BIOTECNOLOGIA MARINHA

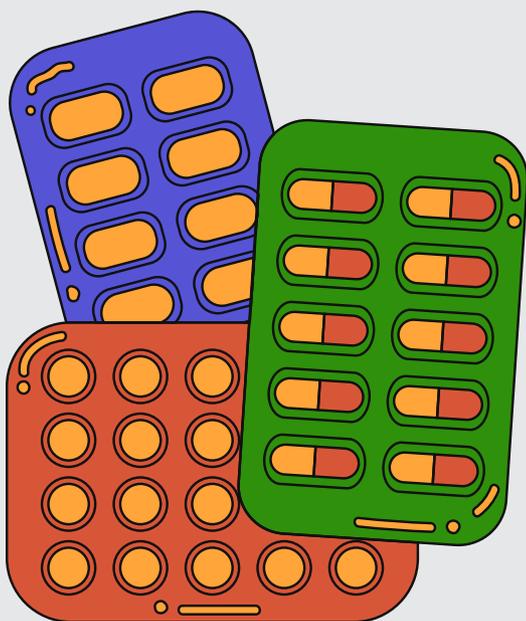


Biotecnologia é qualquer **aplicação tecnológica** que faz uso de **organismos vivos ou seus derivados** para fabricar ou modificar produtos ou processos para uma utilização específica.

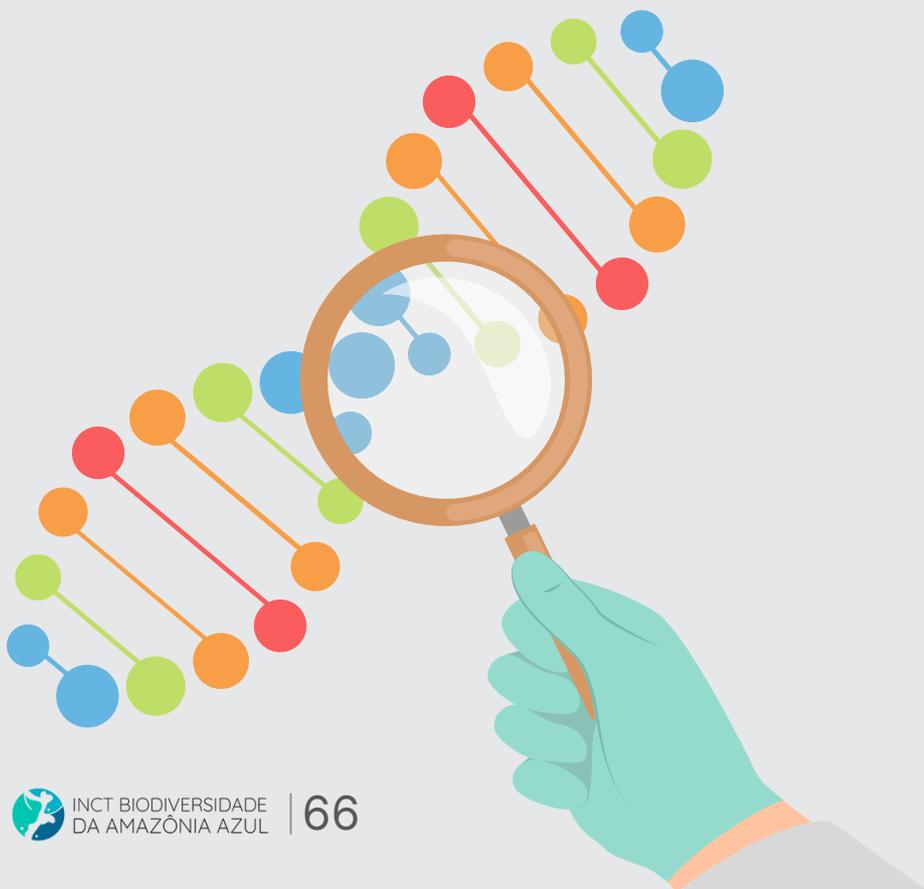
Há vários tipos de biotecnologia, que são classificados em cores de acordo com seu ramo de atuação. Por exemplo, **azul** é a cor da **biotecnologia marinha**.



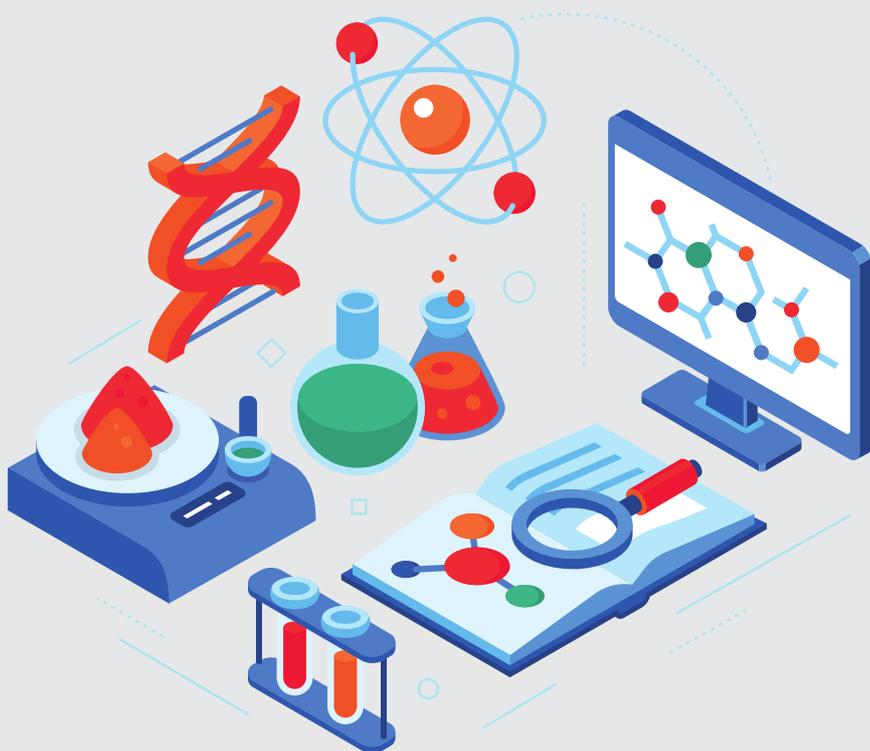
A **biotecnologia marinha** (ou azul) investiga a **biodiversidade** presente no oceano com o objetivo de gerar **benefícios para a sociedade**. Essa biodiversidade pode ser fonte, por exemplo, de novos produtos para a indústria farmacêutica, nutracêutica, cosmética, dentre outras.



Para lançar um produto em biotecnologia marinha, é necessário **conhecimento oriundo da pesquisa básica** e o **desenvolvimento de um longo processo** que se inicia na ideia do produto biotecnológico e vai até a sua comercialização e disponibilização para a sociedade.

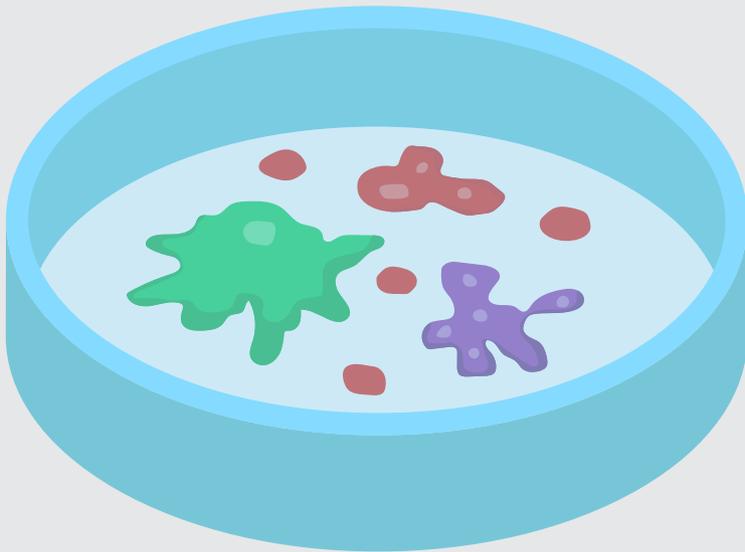


Desde a ideia inicial do produto até a sua comercialização e disponibilização para a sociedade, estima-se cerca de **10 anos**.
Bastante tempo, né?



O Brasil, com sua **Amazônia Azul** (toda a área marinha brasileira), possui uma incrível biodiversidade marinha, que é fonte para **investigações científicas**, como as feitas no INCT da Biodiversidade da Amazônia Azul. Essas investigações podem resultar na **descoberta de novos produtos biotecnológicos**, os quais poderão solucionar demandas da sociedade e de diversos setores produtivos.



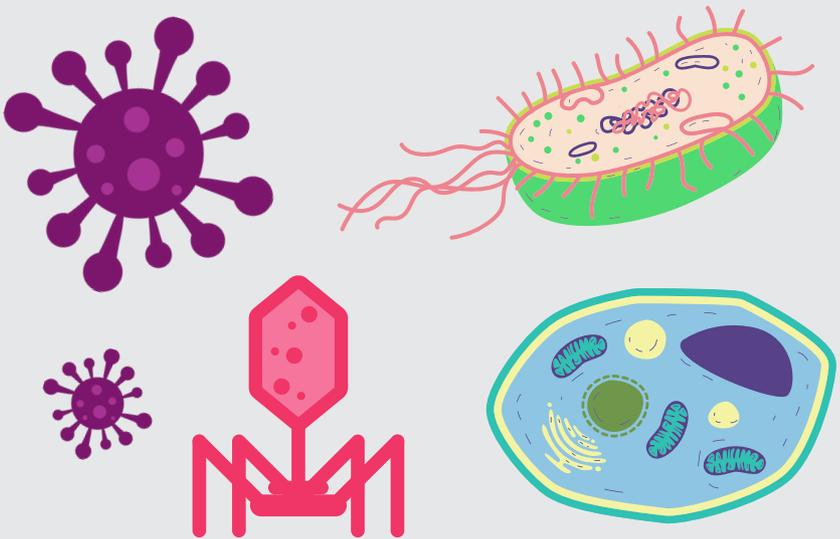


BIOTECNOLOGIA MARINHA

BIODIVERSIDADE MICROBIANA



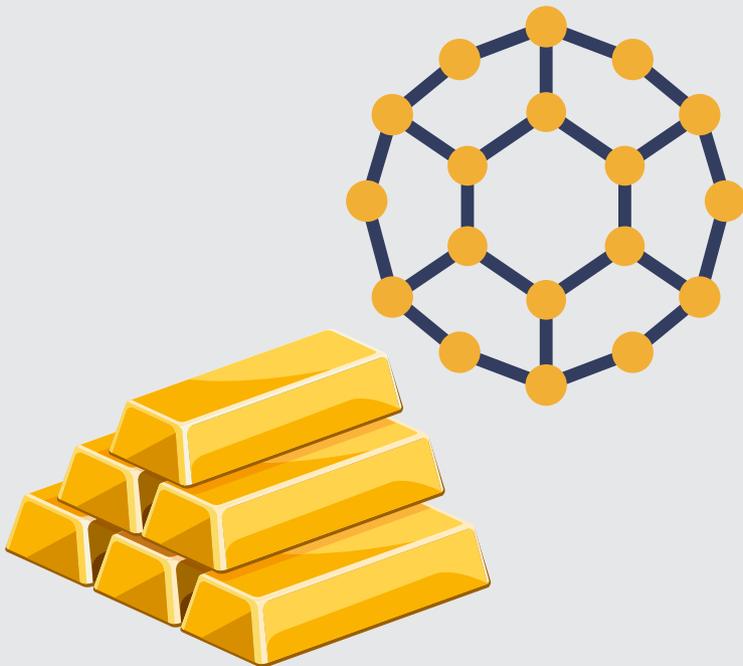
Os microrganismos são os seres mais abundantes do ambiente marinho. Vários desses seres, como os vírus e as bactérias, já são utilizados ou estão em investigação pela **biotecnologia marinha para a **fabricação de produtos**.**



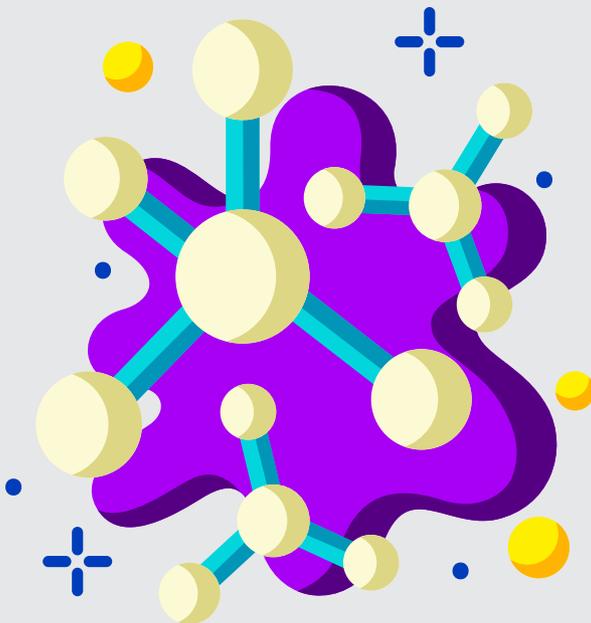
Um exemplo de aplicação da biodiversidade microbiana pela **biotecnologia marinha** é o da **indústria de cosméticos**, que já produz **ceramida de origem de microrganismos**, utilizada em produtos para cabelos, unhas e pele por seu potencial de hidratação. No entanto, essa produção ainda é cara.



Bactérias têm sido estudadas para a **produção de nanopartículas de ouro**, as quais são de **interesse de várias áreas**, como a espacial e a de tecnologia de imagens. No momento, essas nanopartículas são fabricadas por meio de solventes orgânicos tóxicos, prejudiciais ao meio ambiente.



Outro exemplo de aplicação da **biodiversidade microbiana** pela biotecnologia marinha é o da **nanotecnologia**, área que desenvolve e manipula materiais e estruturas bem pequenos (entre 1 nm e 100 nm). Essa área tem investigado os vírus por seu potencial para funcionarem como **nanocontainers**, o que contribuirá para a **distribuição de substâncias terapêuticas no organismo** de forma mais eficaz.



Nos próximos anos, estima-se que **vários produtos oriundos de aplicação da biodiversidade microbiana** pela biotecnologia marinha estejam **disponíveis no mercado**. Eles serão resultado de avanços no entendimento sobre essa biodiversidade, ainda pouco conhecida.

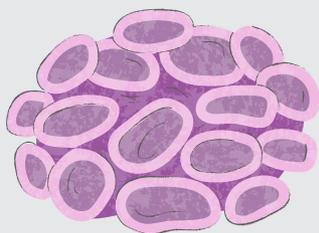




BIOTECNOLOGIA MARINHA INVERTEBRADOS



Os **invertebrados marinhos** constituem um **grupo muito diversificado** de animais, como as esponjas-do-mar, os corais e as medusas.



A variedade de formas de vida e de habitats contribui para que exista uma **grande diversidade química e molecular** entre esses animais, o que resulta em um fantástico potencial biotecnológico a ser explorado de maneira sustentável.



Uma das linhas de pesquisa **mais promissoras** de aplicação de invertebrados marinhos pela biotecnologia é a de **busca por novos medicamentos**.

E você sabe por quê?

Porque as **moléculas produzidas por esses organismos são muito diferentes** daquelas provenientes do ambiente terrestre, constituindo uma fonte de possíveis novos tipos de fármacos.



Alguns dos **passos iniciais** da farmacologia marinha foram dados nos EUA pelo professor Werner Bergmann (Universidade de Yale), na década de 1950.



Imagem: <https://www.gf.org/fellows/werner-bergmann/>

Ele estudou a **esponja** *Tectitethya crypta*, que possui moléculas com **atividade antitumoral e antiviral** e que serviram, depois, de modelo para vários antivirais, como AZT, medicamento básico no tratamento da AIDS.



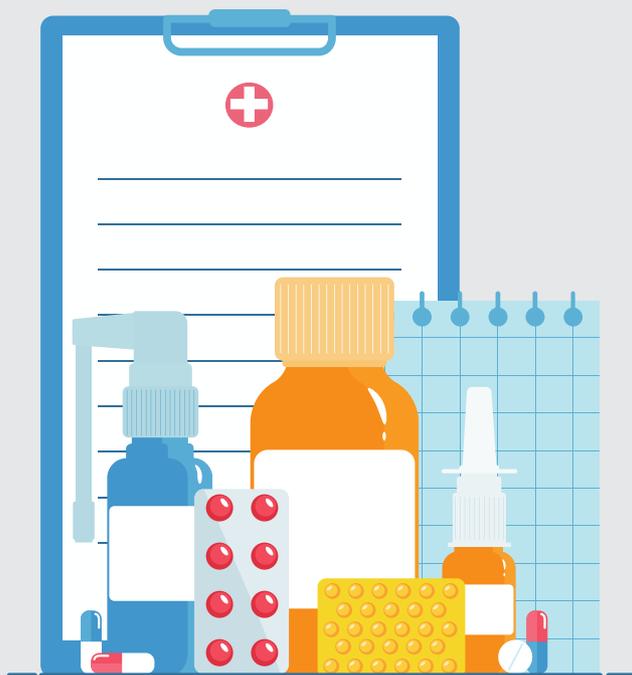
No século XXI, a descoberta de medicamentos de origem de invertebrados marinhos chega à **maturidade** com alguns **produtos já sendo vendidos**, em especial, os antitumorais.



Imagem: Halichondria okadai - Wikimedia Commons

Um exemplo é o **Halaven® (mesilato de eribulina)**, nome comercial da halicondrina B extraída da esponja marinha *Halichondria okadai*, indicado para o **tratamento do câncer de mama**.





Outra aplicação dos invertebrados marinhos pela biotecnologia é na **produção de nutracêuticos** (combinação de “nutrição” e “farmacêutico”), os quais são **suplementos** em pó, cápsula ou comprimido usados junto a uma alimentação saudável para **prevenir e tratar doenças**.

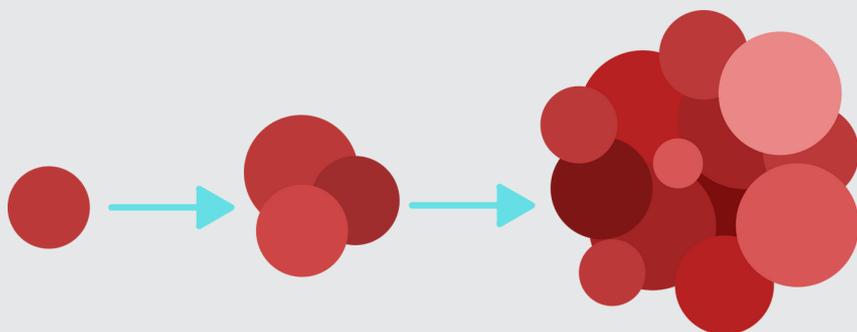


BIOTECNOLOGIA MARINHA

MEDICAMENTOS CONTRA O CÂNCER

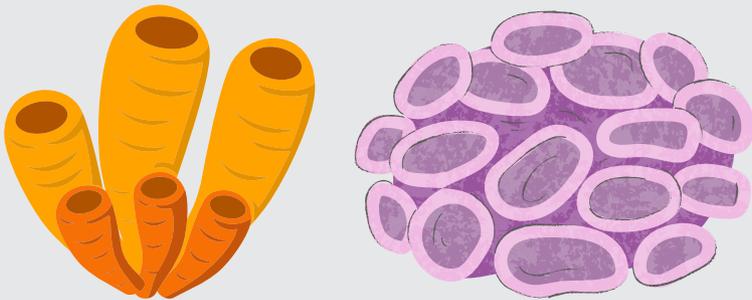


O **câncer** (ou neoplasia maligna) é o nome de um **grupo de doenças** caracterizado pela proliferação celular anormal, com alteração genética e desenvolvimento progressivo de tumor.



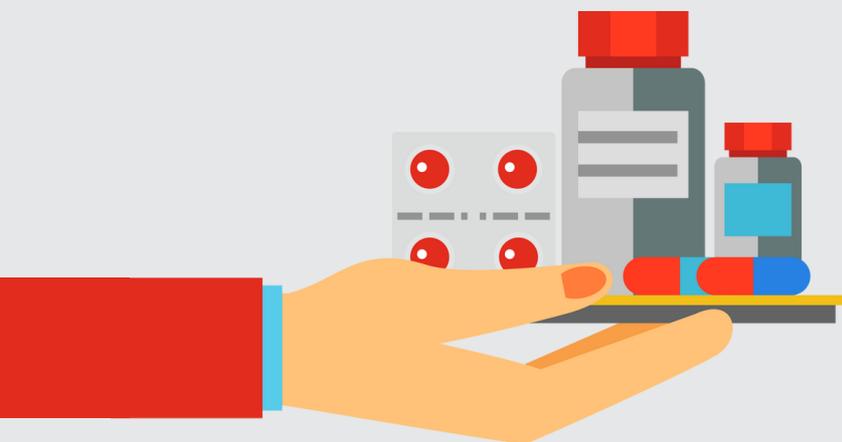
Os **medicamentos anticâncer**, como os oriundos da biotecnologia marinha, têm como grande objetivo **matar as células tumorais** ou **modificar a sua capacidade de multiplicação** para curar a enfermidade ou gerar a sua remissão prolongada.

A maior parte dos estudos focados em medicamentos anticâncer de origem marinha tem se dedicado a investigar os **grupos de invertebrados que vivem no mar**, como esponjas e corais.

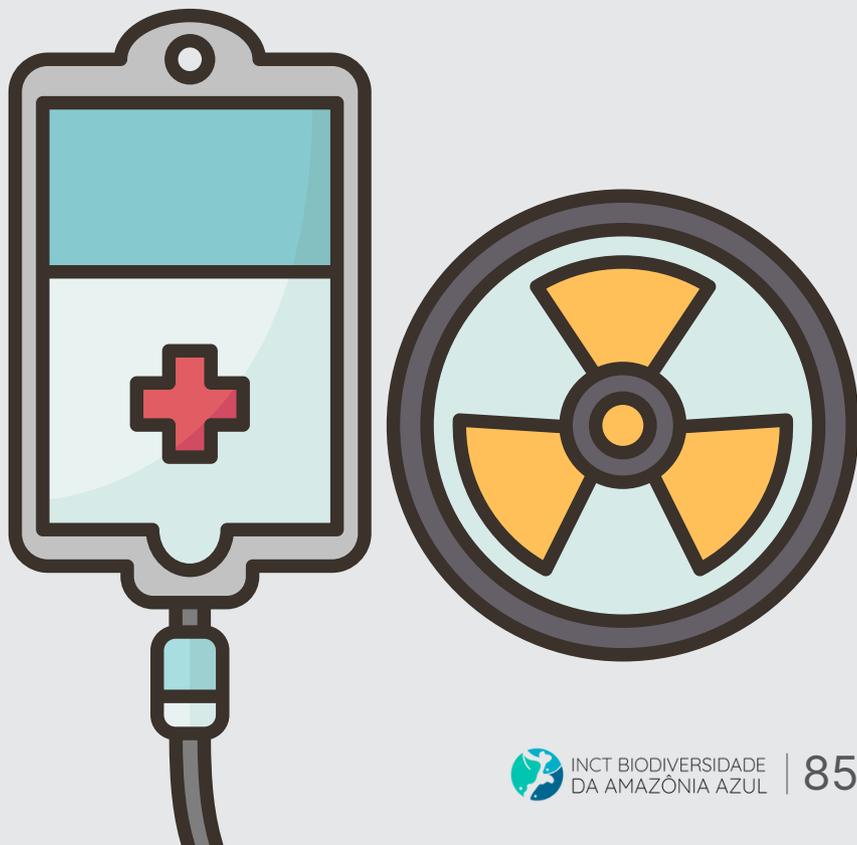


Desses estudos surgiram os **fármacos marinhos anticâncer** que estão disponíveis para utilização em seres humanos, além de várias **moléculas** que ainda passam por etapas de **testes pré-clínicos e clínicos**.

Dos **oito medicamentos de origem marinha** aprovados para uso em seres humanos, **quatro são utilizados no tratamento do câncer no Brasil**. São eles: citarabina (Aracytin®), trabectedina (Yondelis®), o mesulato de eribulina (Halaven®) e bretuximabe vedotina (Adcetris®).



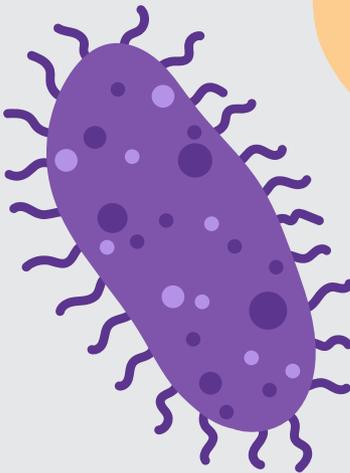
O desenvolvimento dos medicamentos de origem marinha trouxe ensinamentos importantes para **superar os problemas** mais comumente encontrados nos fármacos anticâncer, como a sua **toxicidade**.



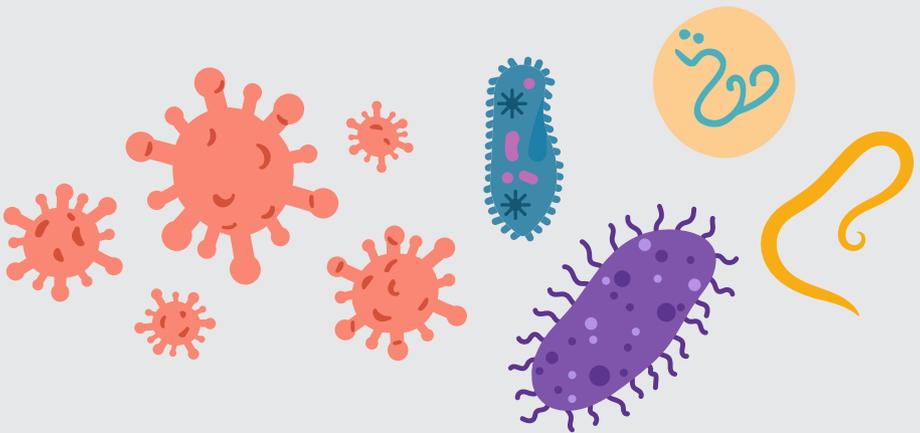


BIOTECNOLOGIA MARINHA

PARASITAS E ENVENENAMENTOS

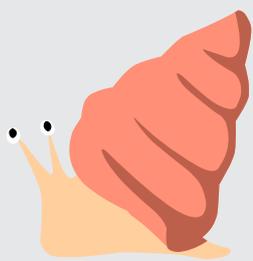
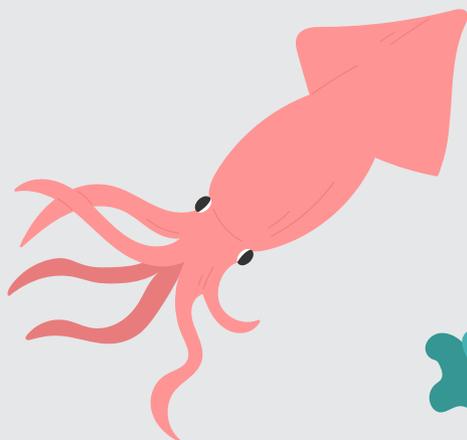


Vírus, bactérias, protozoários e vermes podem ser considerados parasitas, causando diversas **infecções nos seres humanos**.

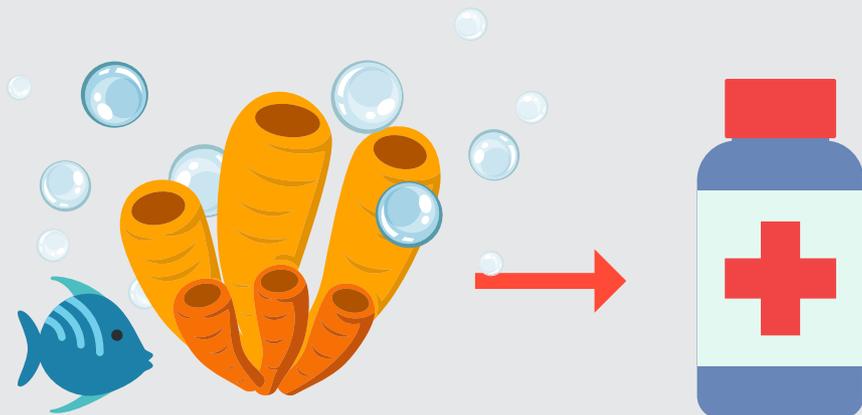


A **biotecnologia marinha** tem demonstrado um grande potencial para o **tratamento** dessas enfermidades em estudos que têm sido realizados.

Algas, esponjas, corais e moluscos (caramujos e mariscos) têm sido estudados pela biotecnologia marinha, por exemplo, para serem usados contra *Leishmania*, *Plasmodium* e *Trypanosoma*, protozoários causadores, respectivamente, da **leishmaniose, malária e Doença de Chagas.**



Outra área de interesse da biotecnologia marinha é a produção de medicamentos contra o **envenenamento causado por animais peçonhentos**. A **esponja** *Petromica citrina*, por exemplo, demonstrou ser capaz de **inibir a letalidade e a hemorragia** provocadas pelos **venenos das cobras** jararaca-da-mata (*Bothrops jararaca*) e surucucu (*Lachesis muta*).



No Brasil, são **necessários mais investimentos** em programas que financiem pesquisas na área de **biotecnologia marinha** voltadas para **doenças parasitárias**, como a leishmaniose, e **envenenamentos por animais peçonhentos**.





BIOTECNOLOGIA MARINHA

BIOINCRUSTAÇÃO



A **bioincrustação marinha** é o processo de colonização e crescimento de **micro e macrorganismos** (micro e macroalgas, esponjas, entre outros) em **superfícies artificiais submersas**, como cascos de navios, plataformas e boias.



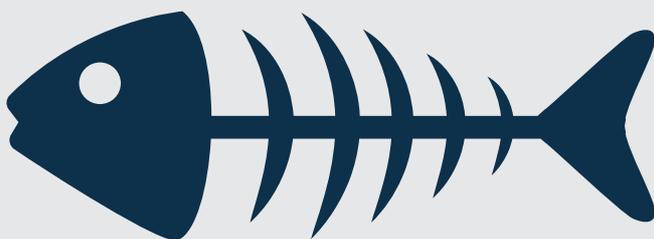
Imagens: Tone4751 - Wikimedia Commons



A incrustação por organismos que vivem no mar atinge as **diversas indústrias que fazem uso direto dos sistemas marinhos**, entre elas, as indústrias naval e petrolífera, e o setor de energias renováveis, como os geradores de energia de ondas e marés.



Um dos **prejuízos** da bioincrustação marinha é o de contribuir para a **transferência das espécies agarradas**, por exemplo, a cascos de navios e plataformas, **para fora das regiões em que habitam.**



A presença dessas espécies é uma **ameaça para a biodiversidade** que vive ali, pois pode causar a **extinção** ou **diminuição de alguns organismos.**



Existem tintas anti-incrustantes, mas elas usam metais pesados em sua composição, não sendo benéficas para o meio ambiente.



De olho nisso, a **biotecnologia marinha** tem identificado **produtos naturais com propriedades anti-incrustantes** provenientes de alguns organismos marinhos, como algas e esponjas.



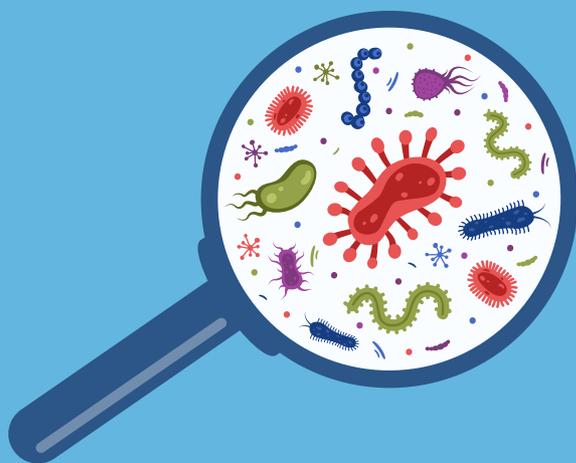


BIOTECNOLOGIA MARINHA

BIORREMEDIÇÃO



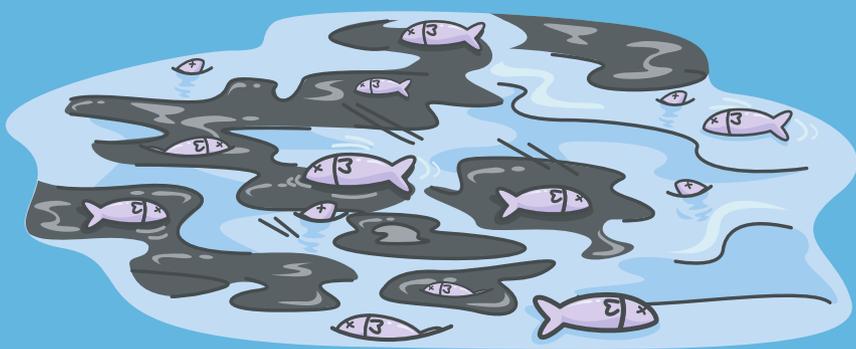
A **biorremediação** é o uso de organismos vivos para **reduzir ou remover** (remediar) a **contaminação** de um ambiente, como o marinho.



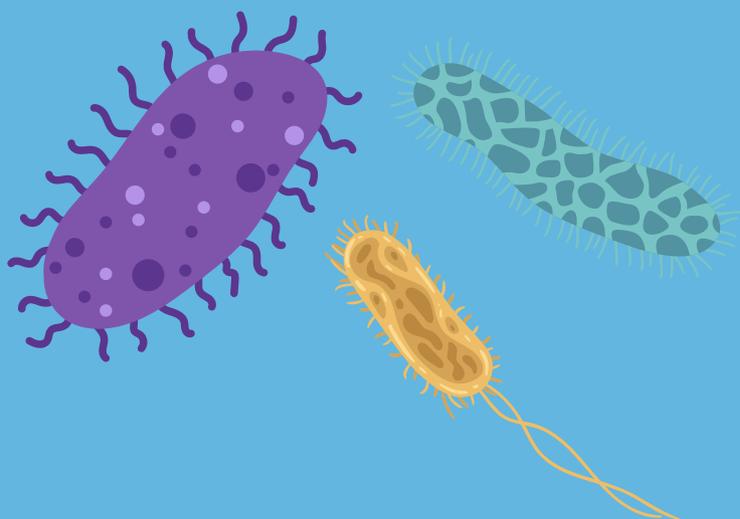
A **biotecnologia marinha** tem estudado os **seres vivos que habitam o mar** para serem aplicados na biorremediação de regiões afetadas por **petróleo**.



A entrada de petróleo no oceano estimula o **crescimento de microrganismos** que **degradam seus componentes**, contribuindo para a biorremediação da área impactada.



As **bactérias** são os principais microrganismos marinhos que degradam os componentes do petróleo que polui o mar.



Por meio da biotecnologia marinha, é possível **estimular o crescimento** de microrganismos marinhos para a biorremediação de áreas contaminadas por petróleo, aproveitando uma **potencialidade natural do ambiente**.







Finalização

COMO FORAM PRODUZIDOS OS CARDS?

Os cards que compõem este livro foram, inicialmente, veiculados nas mídias digitais do INCT da Biodiversidade da Amazônia Azul. A produção contou com as seguintes etapas e pessoas envolvidas:

A pesquisa e a criação do texto pela Dra. Ana Beatriz Tuma;

A arte e diagramação por Beatriz Alves;

A consultoria científica por, pelo menos, um especialista do INCT no assunto abordado;

A coordenação-geral da Profa. Dra. Sílvia Dotta.



