



ORGANISMOS                      ECOLOGIA                      CONSERVAÇÃO  
O QUE É?                      BIOQUÍMICA                      TECNOLOGIA



# SEGREDOS LUMINOSOS

## A LUZ NATURAL DA CIÊNCIA



**Edição especial**

**VOLUME 1 - AGO 2023**



E-zine Científico editado pelos graduandos Amanda Kamia, Clara Menezes, Douglas Oliveira, Esther Rodrigues, Julia Gomes e Milena Russo, Licenciandos em Ciências Biológicas na Universidade Federal de São Carlos. Considerando-se a emergência de proporcionar a integração da sociedade com o meio ambiente - com abordagem científica - no intuito de discutir e estimular a compreensão da complexidade da natureza.

# Súmario

O QUE É BIOLUMINESCÊNCIA?.....	2
ONDE ENCONTRAR ESSE FENÔMENO NO BRASIL?.....	5
E AGORA FALAREMOS EM ORGANISMOS.....	6
BIOQUÍMICA.....	8
ATRAÇÃO DE PRESAS E DEFESA CONTRA PREDADORES.....	9
INTERAÇÃO SIMBIÓTICA BIOLUMINESCENTE .....	10
CAMUFLAGEM.....	11
APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS.....	13
CONSERVAÇÃO.....	16
REFERÊNCIAS .....	17



# O QUE É BIOLUMINESCÊNCIA?

Você já se perguntou como os organismos conseguem brilhar no escuro?

MOON JELLYFISH

**B**

ioluminescência é a produção de luz por organismos vivos, sendo uma característica homoplástica, isto é, surgiu diversas vezes de forma independente na história evolutiva da vida.

Ocorre com frequência em vertebrados e invertebrados marinhos, mas também em fungos e insetos, como os vaga-lumes.

Entretanto, os primeiros organismos a adquirirem a bioluminescência foram as bactérias, e a simbiose entre bactérias e animais é o que possibilita a emissão de luz de grande parte dos metazoários bioluminescentes.

As algas bioluminescentes são um grupo de minúsculos organismos marinhos que podem produzir um brilho no escuro. O brilho das algas é, na verdade, um mecanismo de defesa natural; os flashes de luz ocorrem quando o ambiente das algas

é perturbado, sendo possível enxergar esse fenômeno no movimento da maré nas praias dando um show de luminosidade que encanta todos os turistas que passam pela região.

A intensidade da luz emitida durante o processo de bioluminescência depende do organismo em questão e da reação química envolvida:

- **Bactérias:** para “apagar as luzes” é cortado o bombeamento de ar e elas são colocadas em um estado anaeróbico, em que a bioluminescência não é produzida.
- **Fungos:** emitem luz verde, cuja intensidade é muito mais baixa do que a de vaga-lumes. Porém, os vagalumes piscam, não ficam emitindo [luz] toda hora, ao contrário dos fungos.





# O QUE É BIOLUMINESCÊNCIA?

OMPHALOTUS NIDIFORMIS

- Outros organismos, como bactérias e dinoflagelados, podem emitir luz por mais tempo e com uma intensidade ainda maior do que a dos fungos, mas, ainda assim, menor do que a dos vaga-lumes.

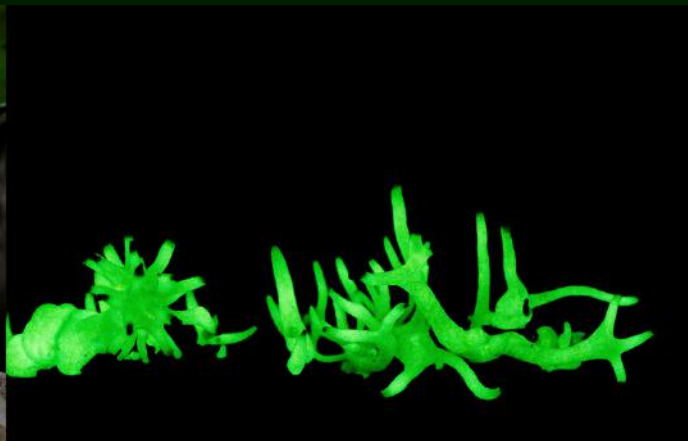
As funções em geral estão envolvidas em camuflagem, predação, comunicação e reprodução.



LUCIOLA



MYCENA SINGERILA



# Bioluminescência:

## Onde encontrar esse fenômeno no Brasil?

### Piauí

No Piauí, pesquisadores descobriram espécies de fungos e insetos bioluminescentes. Além disso, foi descoberto, nesse estado, o maior cogumelo luminoso do Brasil.

### Sul e Sudeste do Brasil

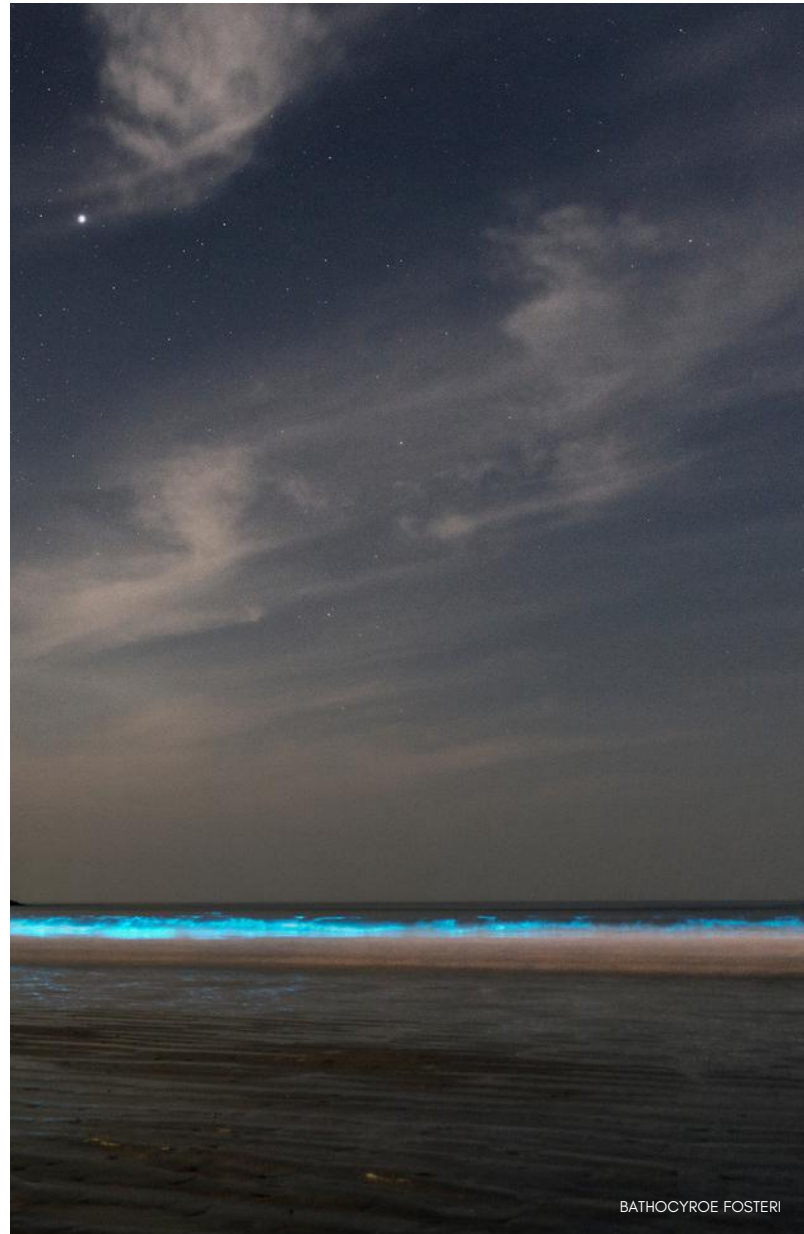
No litoral do sul e sudeste do Brasil podem ser encontradas espécies de bactérias bioluminescentes. Alguns locais são: Imbé e Tramandaí (RS), Ilha do Mel (PR), Ilha do Cardoso (SP), Praia do Embaré (SP).

### Amazonas

Na Amazônia, é possível encontrar fungos bioluminescentes na Reserva Ducke, que fica localizada no meio da floresta amazônica.

### Parque Nacional das Emas, GO

No Parque das Emas, localizado no estado de Goiás, é possível encontrar larvas de vaga-lumes luminescentes em meio a natureza. Para conhecê-los você precisa realizar a retirada dos ingressos previamente nos Centros de Atendimento ao Turista (CATs), na cidade de Mineiros, ou em agências de viagem.



BATHOCYROE FOSTERI



PAISAGEM: PARQUE NACIONAL DAS EMAS, GO





BIOLUMINESCÊNCIA NAS PRAIAS DA CALIFÓRNIA, ESTADOS UNIDOS (IMAGEM: RYAN5648)



BIOLUMINESCÊNCIA EM PORTO RICO (IMAGENS: WILL HO)

## Bioluminescência:

### Onde encontrar esse fenômeno no mundo?

#### Califórnia, Estados Unidos

Na Costa Oeste dos Estados Unidos você poderá constatar os plânctons bioluminescentes no Oceano Pacífico. O lugar mais comum para ver é na cidade de San Diego.

#### Ilha de Vaadhoo, Maldivas

Nas Maldivas ocorre o fenômeno nas praias da Ilha de Vaadhoo, graças a um fitoplâncton que emite luz nas águas do mar. Tudo fica tão incrível que o local é chamado de “mar de estrelas”.



BIOLUMINESCÊNCIA NA ILHA VAADHOO, MALDIVAS. (IMAGEM: DOUG PERRINE)

# E QUAIS SERIAM OS ORGANISMOS BIOLUMINESCENTES?

## DIVERSIDADE DE ESPÉCIES

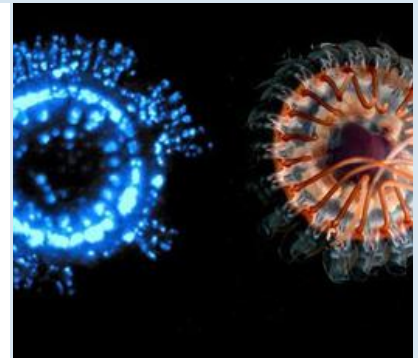


### LULA-OLHO, *ABRALIA VERANYI*

FOTÓFOROS BRILHANTES SÃO VISÍVEIS NESTA LULA VISTA DE BAIXO EM NÍVEIS DE POUCA LUZ. PENSAMOS NA LUZ COMO UMA MANEIRA DE VER NO ESCURO, MAS MUITAS ESPÉCIES USAM ISSO PARA AJUDÁ-LOS A SE ESCONDER. ESSA ADAPTAÇÃO É CHAMADA DE CONTRA ILUMINAÇÃO. VISTO DE BAIXO, UM ANIMAL PODE SE DESTACAR COMO UMA FORMA ESCURA CONTRA A ÁGUA MAIS CLARA ACIMA. AO BRILHAR NA PARTE DE BAIXO, ELE PODE SE MISTURAR.

### *ATOLLA WYVILLEIAS*

ATOLLA WYVILLEI, TAMBÉM CONHECIDA COMO ÁGUA-VIVA ATOLLA OU MEDUSA CORONATE, É UMA ESPÉCIE DE ÁGUA-VIVA COROA DO FUNDO DO MAR. VIVE NOS OCEANOS DE TODO O MUNDO. QUANDO ATOLLA WYVILLEI É ATACADO, ELE PRODUZ UMA SÉRIE DE FLASHES DE LUZ AZUL.



### MOON JELLYFISH

MOON JELLYFISH UMA DAS BELAS ESPÉCIES DE MEDUSAS GERALMENTE VISTAS EM ÁGUAS QUENTES E TROPICAIS PERTO DA COSTA DO MAR. NO ENTANTO, ELES SÃO VISÍVEIS EM TODOS OS OCEANOS DO MUNDO. SÃO CONHECIDOS DE DIVERSAS MANEIRAS, COMO GELÉIA DA LUA, GELÉIA DO MAR COMUM, GELÉIA DE PIRES E MEDUSA DA LUA VIOLETA.

### *BATHOCYROE FOSTERI*

BATHOCYROE FOSTERI É UMA GELEIA DE PENTE GERALMENTE VISTA EM ÁGUAS PROFUNDAS DE TODO O MUNDO. NO ENTANTO, ELES SÃO ABUNDANTES PERTO DA DORSAL MESO-ATLÂNTICA. É UM DOS ANIMAIS BIOLUMINESCENTES COM O NOME DO PILOTO DUDLEY FOSTER. FOI ELE QUEM COLETOU O PRIMEIRO ESPÉCIME DE BATHOCYROE FOSTERI.

SEMPRE QUE PERTURBADO, ELE POSSUI A CAPACIDADE DE PRODUZIR LUZ ATRAVÉS DE SEUS TECIDOS, PRODUZINDO OS PRODUTOS QUÍMICOS CERTOS QUE EMITIRÃO LANTERNAS DE SEUS CROMATÓFOROS. DEFINITIVAMENTE REDUZIRÁ A PROBABILIDADE DE ATACAR PREDADORES E ATUARÁ COMO UMA ADAPTAÇÃO PARA BATHOCYROE FOSTERI.





# ORGANISMOS

## DIVERSIDADE DE ESPÉCIES



### BESOIRO PIRILAMPO (PHENGODIDAE)

OS VAGALUMES OU PIRILAMPÓS SÃO PEQUENOS BESOuros PERTENCENTES A ORDEM COLEOPTERA, FAMÍLIA LAMPYRIDAE E ELATERIDAE. A PALAVRA PIRILAMPO TEM ORIGEM NO GREGO ONDE PYRIS SIGNIFICA FOGO E LAMPIS SIGNIFICA LUZ. RECEBEM ESSE NOME, PORQUE TEM COMO CARACTERÍSTICA MARCANTE OS ÓRGÃOS LUMINOSOS QUE LHEs CONFEREM A CAPACIDADE DE LUMINESCÊNCIA, OU SEJA, PRODUZEM LUZ FRIA E VISÍVEL. POSSUI DISTRIBUIÇÃO NATURAL NAS AMÉRICAS, DESDE O SUL DO CANADÁ AO CHILE.

### GERRONEMA VIRIDILUCENS

GERRONEMA VIRIDILUCENS É UMA ESPÉCIE DE FUNGO AGÁRICO DA FAMÍLIA MARASMIACEAE. ENCONTRADOS NA AMÉRICA DO SUL, O MICÉLIO E OS CORPOS FRUTÍFEROS DO FUNGO SÃO BIOLUMINESCENTES.



### MYCENA LUCENTIPES

O MYCENA LUCENTIPES É UMA ESPÉCIE DE COGUMELO BIOLUMINESCENTE. SUA OCORRÊNCIA AINDA É POUCO CONHECIDA PELA FALTA DE ESTUDOS DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, MAS É COMUMENTE ENCONTRADA NO BIOMA MATA ATLÂNTICA.

### PHOTOBLEPHARON PALPEBRATUS

PHOTOBLEPHARON PALPEBRATUM, É UMA ESPÉCIE DE PEIXE ANÔMALOPÍDEO DE ÁGUA SALGADA DA ORDEM BERYCIFORMES. É NATIVO DO OCEANO PACÍFICO OCIDENTAL E CENTRAL, ONDE É ENCONTRADO AO LONGO DE RECIFES PRÓXIMOS AO FUNDO DO OCEANO, GERALMENTE PERTO DE ROCHAS E CORAIS QUE PODE USAR COMO COBERTURA. SUAS CARACTERÍSTICAS MAIS NOTÁVEIS SÃO SEUS ÓRGÃOS BIOLUMINESCENTES SUBOCULARES QUE PROVAVELMENTE USAM PARA ATRAIR E ENCONTRAR PRESAS, CONFUNDIR PREDADORES E SE COMUNICAR COM OUTROS PEIXES. ESSES ÓRGÃOS SÃO LIGADOS E DESLIGADOS PELO PEIXE USANDO UMA TAMPA ESCURA QUE DESLIZA PARA CIMA PARA COBRI-LOS.





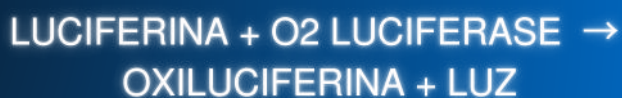


## COMO OCORRE A EMISSÃO DE LUZ?

BIOLUMINESCÊNCIA EM TINDALLS BAY, NORTE DE AUCKLAND, NOVA ZELÂNDIA (IMAGEM: ALISTAIR BAIN)

Experiência virtual disponível em QR Code

A luz gerada é resultado de uma reação bioquímica que transforma energia química em energia luminosa, graças a uma enzima chamada de luciferase que oxida uma substância denominada luciferina (uma molécula fluorescente), assim na realização desse processo é liberada energia que emite luz. Confira como ocorre este processo:



Na presença de oxigênio molecular ( $\text{O}_2$ ), a luciferina é oxidada pela luciferase, emitindo luz e formando um subproduto designado por oxiluciferina.

### Mas o que é uma oxidação?

A oxidação é a perda de elétrons por um átomo. Assim, a luz é emitida quando esta molécula passa deste estado de alta excitação para um estágio menos excitado.

É importante notar que diferentes organismos bioluminescentes podem ter variações na estrutura da luciferina, na enzima luciferase e em outros componentes envolvidos no processo, podendo alterar a fórmula da reação. Isso resulta em cores diferentes de bioluminescência e mecanismos ligeiramente distintos, mas o conceito fundamental de quebra de ligação química para liberar energia luminosa é geralmente mantido em todos os sistemas bioluminescentes.

Alguns sortudos já tiveram a oportunidade de caminhar à noite pela praia e se encantar com uma luminosidade vinda do mar, produzida por algas marinhas. Esse espetáculo dificilmente passa despercebido, com o movimento das marés, a luz neon se destaca mais ainda pelo oceano.

Preparamos para você essa experiência virtual, já que não é todo dia que conseguimos presenciar essa maravilha da natureza:





# ECOLOGIA

Atração de presas e defesa contra predadores

É possível determinar as inúmeras vantagens evolutivas da bioluminescência. Os vagalumes, por exemplo, utilizam a bioluminescência para atrair seus parceiros(as) com o objetivo de se reproduzirem. Algumas bactérias como *Vibrio fischeri*, possuem uma relação de simbiose com peixes. Os fungos utilizam diversos mecanismos ecológicos por meio da bioluminescência, dentre elas estão: atrair dispersores de esporos, atração de carnívoros e fungívoros, e a utilização da luz como alerta da toxicidade do fungo.

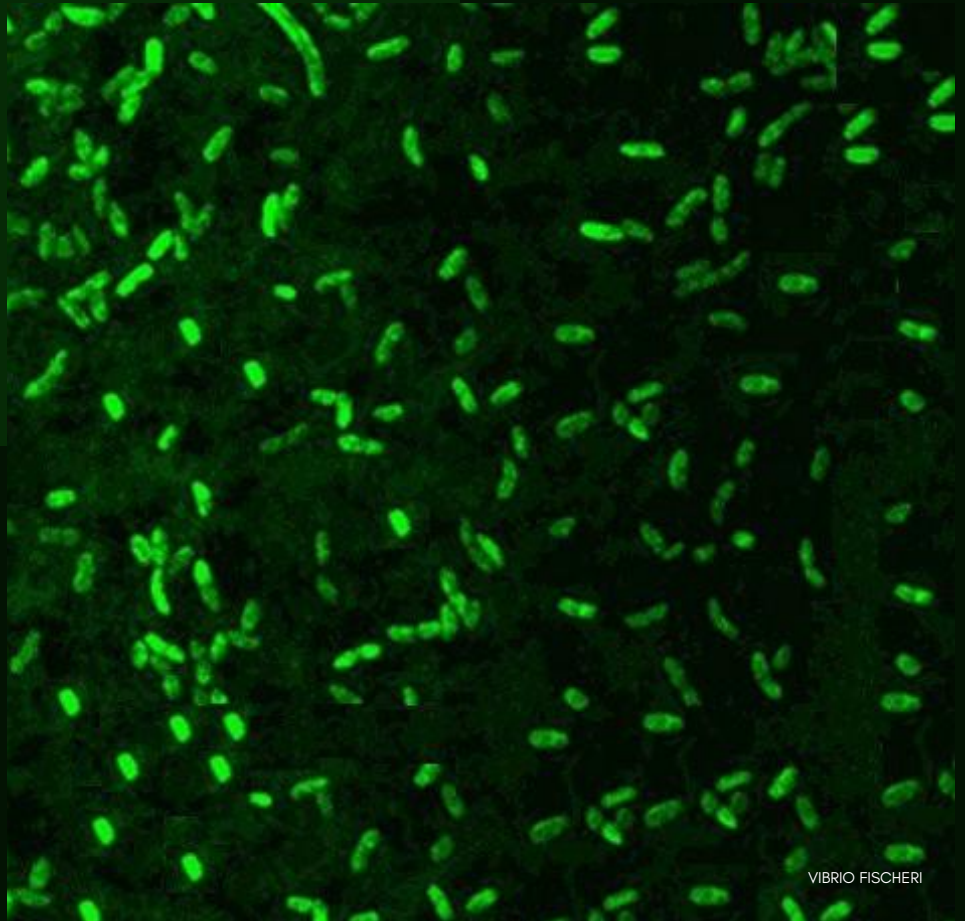
## "Você sabia?"



LUCIOLA

A Mata Atlântica é um dos ecossistemas mais ricos em vagalumes no mundo!"

Os artrópodes são invertebrados que possuem diversas espécies fototróficas, pois são atraídos por luzes, por isso, é possível observá-los amontoados em iluminações artificiais.



VIBRIO FISCHERI

Existem algumas espécies de Arthropoda como a Collembola, Hemiptera, Coleoptera e Diptera.

Larvas luminescentes de moscas da família Mycetophilidae, utilizam a bioluminescência para emboscar suas presas até suas teias, através dessa atração pela iluminação que possuem.

Uma das importantes funções dos organismos bioluminescentes é a capacidade de utilizar a bioluminescência com o objetivo de induzir a presa para uma emboscada, sendo uma estratégia extremamente eficiente para os organismos que as utilizam.

Alguns organismos utilizam a bioluminescência como forma de defesa de predadores. Os dinoflagelados, por exemplo, usam a bioluminescência para alertar os predadores daqueles que os atacam indicando sua localização exata para que sejam predados. Esses dinoflagelados planctônicos quando são ameaçados, acende formando uma espécie de caminho até o predador indicando sua localização.

Outra forma de defesa utilizada também consiste em utilizar do mimetismo para intimidar seus predadores aumentando seu tamanho corpóreo imitando outro animal.



# ECOLOGIA

## Interação Simbiótica Bioluminescente

A lula havaiana *Euprymna scolopes* interage com a bactéria *Vibrio fischeri* em uma relação de simbiose, tornando a lula bioluminescente por conta da bactéria. Existe uma teoria que devido a essa iluminação a lula deixa de ser predada por outros predadores, pois fica irreconhecível, não sendo reconhecida como uma presa.

A *vibrio fischeri* utiliza das superfícies das células epiteliais de cada geração da lula e se reproduz no interior das lulas, aguardando até a lula se desenvolver a um certo ponto para que possa ativar uma reação química, gerando a luz bioluminescente. A lula se desenvolveu utilizando uma estrutura em forma de lente que ao ocorrer a colonização é ativada pelas bactérias e posteriormente essa luz é usada pela lula. Diariamente a lula utiliza muito *vibrio* diminuindo constantemente a quantidade das bactérias e reduzindo significativamente sua quantidade de bioluminescência até se apagar. As bactérias restante começam a se reproduzir novamente voltando a luz da lula e confundindo seus predadores.

Devido à necessidade desta interação, a lula sem essa relação simbiótica, não consegue emanar luz e a *vibrio*, embora consiga se reproduzir, não possui a densidade suficiente para ser bioluminescente, fazendo com que essa reação só aconteça entre a simbiose desses dois indivíduos.



EUPRYMNA SCOLOPES



EUPRYMNA SCOLOPES

# CAMUFLAGEM

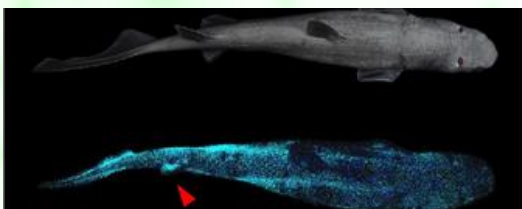
Os organismos bioluminescentes utilizam desse fenômeno para atrair presas, afastar predadores, comunicar-se com outros indivíduos da mesma espécie ou até mesmo para se camuflar no ambiente. Alguns animais, como as águas-vivas, brilham intensamente para afastar predadores, enquanto outros, como os peixes-lanterna, utilizam a luz para atrair presas.

"Mesmo nas profundezas do oceano onde a luz do sol mal penetra, a fraca silhueta que um peixe joga para predadores abaixo dele na água coluna pode torná-lo um alvo fácil. Assim, muitos peixes, crustáceos e lulas desenvolveram habilidades de 'contra-iluminação' bioluminescentes. Órgãos emissores de luz chamados fotóforos revestem suas partes inferiores. As criaturas podem ajustar a saída de luz desses órgãos para combinar com a luz que seus olhos recebem de cima para ajudar a eliminar suas sombras. O machadinha é uma dessas espécies equipada com uma parte inferior da carroceria que se ilumina para camuflá-lo dos olhos famintos abaixo. (Hadhazy 2009)".

IMAGEM: NOAA/FICKER  
CC BY - CREATIVE  
COMMONS ATTRIBUTION



EXEMPLO DE CAMUFLAGEM  
NA ESPÉCIE: ETIMOPTERUS  
LUCIFER



LUCIHORMETICA LUCKAE

Segundo o Jornal G1, recentemente, na América do Sul, foi descoberta por pesquisadores europeus, uma espécie rara de barata (*Lucihormetica luckae*) que utiliza o fenômeno de bioluminescência para camuflagem. O animal bioluminescente gera luz em três áreas de sua cabeça: em dois pontos maiores, que dão a aparência de serem olhos, e um ponto bem pequeno no lado direito da cabeça. A luz gerada pela barata segue o mesmo padrão de um inseto encontrado no Brasil, o besouro-clicador (também chamado de barata-de-estalo ou elaterídeo), de acordo com o cientista Peter Vršanský. Com muitos estudos, os pesquisadores chegaram a concluir que a imitação ocorre como forma de defesa natural. Esta é a primeira espécie em que a bioluminescência é usada com finalidade de defesa, avalia Vršanský no estudo. Levando em conta que a *Lucihormetica luckae* não tem veneno, a conclusão a que os cientistas chegaram é que o animal imita o besouro, que também é bioluminescente e possui toxinas.



# APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

A Bioluminescência, além de ser um fenômeno extraordinário na natureza, também se faz importante nos estudos tecnológicos e de desenvolvimento social. Tendo em vista as pesquisas cotidianas conhecidas a respeito das luciferases e luciferinas, diversas áreas contam com a presença desses estudos, como na bioanálises dentro da medicina (diagnósticos e estudos pré-clínicos de patologias - infecções bacterianas, virais e câncer).

Da mesma forma, na área biotecnológica existem diversos estudos. Um dos mais conhecidos é uma alternativa sustentável para iluminar ambientes urbanos através da utilização da luz emitida por alguns organismos (bactérias, fungos e plantas), eles são geneticamente modificados para emitirem luz de forma mais eficiente e estável, atuando como luminárias naturais. Essa alternativa é favorável por causar menos impacto ambiental quando comparado a lâmpadas de LED, por exemplo, que utiliza muita água e produz muito CO<sub>2</sub>. Uma vez que 15% da energia elétrica utilizada é para iluminação, tem-se que a utilização desses microrganismos resultaria em uma mudança significativa.



LUMINAÇÃO REALIZADA PELA EMPRESA FRANCESA GLOWEE



LUMINAÇÃO REALIZADA PELA EMPRESA FRANCESA GLOWEE

# APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

UTILIZAÇÃO DA BIOLUMINESCÊNCIA PARA LEITURA



Além disso, algumas espécies bioluminescentes podem servir de bioindicadores de poluição. Quando a água está poluída, por exemplo, desaparece o caramujo que é o alimento do vaga-lume e a espécie, por sua vez, some. Porém em locais de água "boa", o inseto permanece. São inclusive utilizados no Japão para recuperação de cursos de água. Os vaga-lumes também são usados para indicação de poluição luminosa, pois utilizam de seu brilho para a comunicação sexual e fins reprodutivos, mas se estiverem em locais de excesso luminoso, acabam não se encontrando e assim a espécie não se reproduz - por esse motivo é cada vez mais raro encontrar vaga-lumes em centros urbanos.

IMAGEM: SANJA KARIN



Os organismos luminescentes também podem ser usados na indústria de alimentos, como é o caso da Lick'n Light, uma companhia chinesa que produz pirulitos, que, quando consumido, o produto emite luz por meio da reação bioquímica da bioluminescência, pois contém a proteína luciferase e o substrato luciferina em sua composição.



PIRULITO BIOLUMINESCENTE PRODUZIDA PELA EMPRESA CHINESA LICK'N LIGHT



# CONSERVAÇÃO

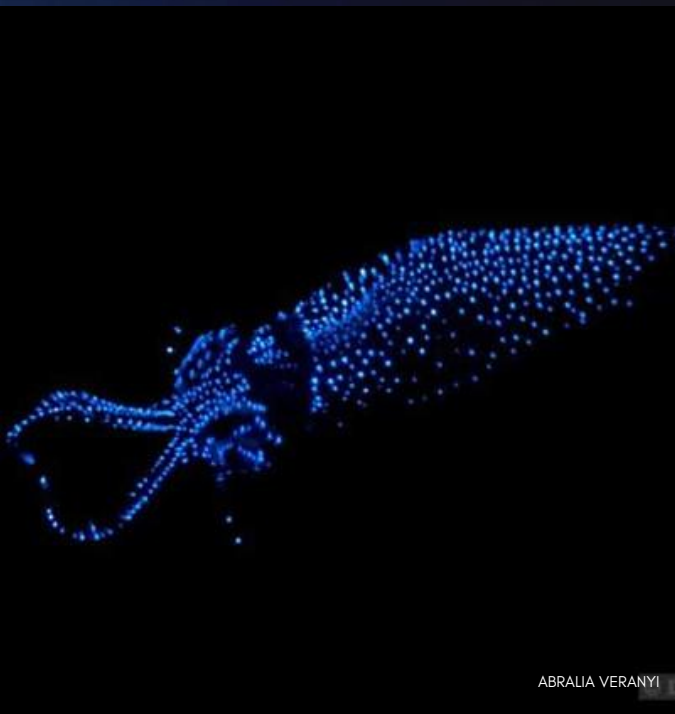
- Importância da preservação dessas espécies e de seus habitats;
- Poluição luminosa;
- Pesca excessiva

1 - Importância da preservação dessas espécies e de seus habitats.

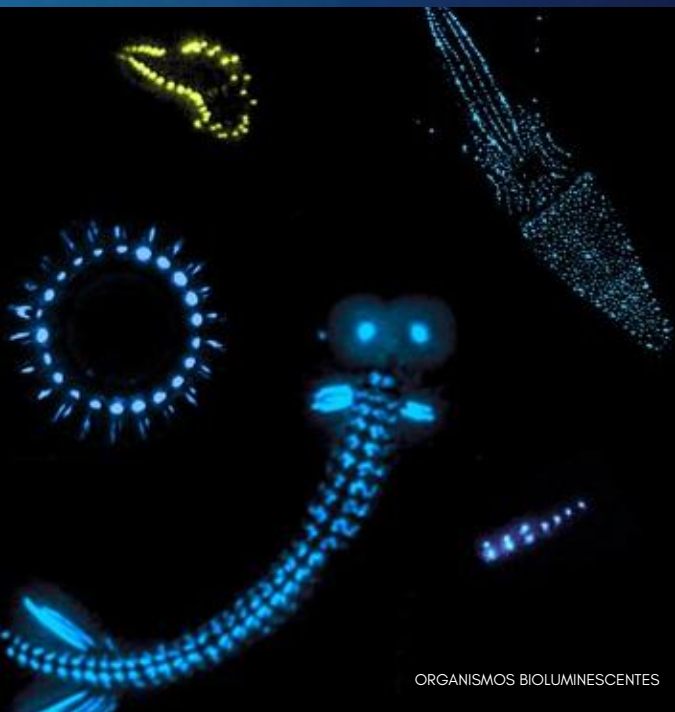
Biodiversidade ou diversidade biológica é a variedade de vida no planeta Terra, incluindo a variedade genética dentro das populações e espécies; variedade de espécies da flora e fauna; fungos macroscópicos e de microrganismos; variedade de funções ecológicas desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas; variedade de comunidades, habitats e ecossistemas formados pelos organismos.

Sabemos que os ambientes naturais e sua biodiversidade vêm sendo rapidamente degradados por ações das comunidades humanas.

As principais ameaças à biodiversidade são principalmente a poluição, o uso excessivo dos recursos naturais, a expansão da fronteira agrícola em detrimento dos habitats naturais, a expansão urbana e industrial, tudo isso está levando muitas espécies à extinção. Logo, os ecossistemas são importantíssimos para a vida humana, pois desempenham funções como a purificação da água e do ar, amenizam os fenômenos violentos do clima, promovem a decomposição do lixo, a geração de solos férteis, controle de erosões, reprodução da vegetação pela polinização e pela dispersão de sementes, controle de pragas, sequestro de carbono por meio do crescimento da vegetação, entre outros serviços ambientais.



ABRALIA VERANYI



ORGANISMOS BIOLUMINESCENTES



ÁGUA-VIVA BIOLUMINESCENTE

# CONSERVAÇÃO

No caso da preservação e conservação de organismos bioluminescentes e seu devido habitat, tem implicações significativas para a ciência, a saúde humana, a economia e a educação. Portanto, é fundamental tomar medidas para proteger esses recursos valiosos. Um dos exemplos de implicações, temos:

- **Indicadores de Saúde Ambiental:** A saúde dos ecossistemas pode ser avaliada através da presença e comportamento de organismos bioluminescentes. Mudanças em suas populações ou comportamento podem indicar poluição, degradação ambiental ou outras ameaças, fornecendo informações importantes para a gestão ambiental.
- **Ciclos Biogeoquímicos e Regulação Climática:** Organismos bioluminescentes também desempenham um papel nos ciclos biogeoquímicos e na regulação climática, contribuindo para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas e dos processos globais.
- **Uso da bioluminescência em pesquisa sobre câncer e saúde humana:** Como a bioluminescência de luciferase e outros sistemas pode ser utilizada para visualizar e monitorar o crescimento de tumores em modelos animais, permitindo uma avaliação mais eficaz de terapias anti-câncer. A bioluminescência serve como uma ferramenta não invasiva e sensível para rastrear a progressão do câncer ao longo do tempo, fornecendo informações valiosas sobre a eficácia de tratamentos e os mecanismos subjacentes ao desenvolvimento do câncer.





# CONSERVAÇÃO

## 2 - Poluição luminosa

Os autores investigam os efeitos da poluição luminosa proveniente das luzes artificiais noturnas em pescarias de redes de deriva no Mar Adriático. Além disso, exploram como a presença de luz artificial afeta a captura de peixes e outros organismos marinhos, incluindo organismos bioluminescentes, que podem ser atraídos ou repelidos por essas luzes.

Os resultados do estudo demonstram que a poluição luminosa afeta a composição das capturas e os padrões de migração de peixes, potencialmente perturbando os ecossistemas marinhos e a dinâmica das populações de peixes. Esse tipo de pesquisa é importante para compreender como a poluição luminosa pode interferir nas interações entre organismos bioluminescentes e outros seres vivos, bem como nas cadeias alimentares marinhas. Este artigo é um exemplo de como a poluição luminosa proveniente de fontes humanas pode ter impactos significativos em ecossistemas marinhos, incluindo aqueles que abrigam organismos bioluminescentes.

## 3 - Pesca excessiva

O impacto da pesca excessiva nos organismos bioluminescentes e nos ecossistemas marinhos e como a sobrepesca afeta as populações de peixes e outros organismos, incluindo aqueles que possuem capacidade de bioluminescência.

São examinados os efeitos diretos e indiretos da pesca excessiva nas cadeias alimentares e na biodiversidade marinha como um todo, com foco especial nas interações entre organismos bioluminescentes e seus predadores ou presas, pois um efeito negativo é de que a pesca excessiva pode levar a desequilíbrios nas populações de peixes e em toda a comunidade marinha.

Isso pode resultar em uma redução da abundância de organismos bioluminescentes devido à perda de habitat, predação excessiva ou mudanças nas interações tróficas. Além disso, a diminuição dos níveis de predadores ou presas dos organismos bioluminescentes pode afetar seus padrões comportamentais de bioluminescência, com potenciais impactos na reprodução e sobrevivência.

É necessário destacar a importância de se implementar medidas de gestão pesqueira sustentável para proteger os ecossistemas marinhos e a biodiversidade, incluindo organismos bioluminescentes. A pesca excessiva não apenas ameaça as populações de peixes, mas também desencadeia efeitos em cascata que afetam as interações complexas dentro dos ecossistemas. A conservação desses organismos e seus habitats é crucial para manter a saúde dos ecossistemas e a funcionalidade das cadeias alimentares marinhas.

# Referências

Bioluminescência pode ser alternativa sustentável para iluminar ambientes urbanos. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/bioluminescencia-pode-ser-alternativa-sustentavel-para-iluminar-ambientes-urbanos/>>.

O que é bioluminescência? - eCycle. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/bioluminescencia/>>.

Bioluminescência - Brasil Escola. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/biologia/bioluminescencia.htm>>. Acesso em: 17 ago. 2023.

ESTEVES, C. Luciferase - Know. Disponível em: <<https://know.net/cienterravida/biologia/luciferase/>>. Acesso em: 17 ago. 2023.

Greer, L. F., Szalay, A. A. (2002). Imaging of light emission from the expression of luciferases in living cells and organisms: a review. *Luminescence*, 17: 43–74.

Estudo explica por que vagalumes e besouros emitem luz com cores diferentes. Disponível em: <<https://agencia.fapesp.br/estudo-explica-por-que-vagalumes-e-besouros-emitem-luz-com-cores-diferentes/23885/>>.

Bioluminescência: Onde encontrar esse fenômeno no Brasil? Disponível em: <<https://www.boipebatur.com.br/post/bioluminescencia>>. Acesso em: 17 ago. 2023.

OLIVEIRA, A. G. et al. Bioluminescência de fungos: distribuição, função e mecanismo de emissão de luz. *Química Nova*, v. 36, n. 2, p. 314–319, 2013.

OLIVEIRA, A. C. DE; VIANA, R. E. H. Adenosina trifosfato bioluminescência para avaliação da limpeza de superfícies: uma revisão integrativa. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 67, n. 6, p. 987–993, dez. 2014.

O que é bioluminescência? - eCycle. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/bioluminescencia/>>.

Aplicações biotecnológicas da bioluminescência. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/aplicacoes-biotecnologicas-da-bioluminescencia/>>.

Vaga-lumes sinalizam impactos ambientais. Disponível em: <<https://agencia.fapesp.br/vaga-lumes-sinalizam-impactos-ambientais/10738/>>. Acesso em: 17 ago. 2023.

MOSCA, Paulo Roberto Ferrari. UMA NOTA SOBRE TIPOS DE ORGANIZAÇÃO BIOLÓGICA.

A bioluminescência protege contra a predação — Estratégia biológica — AskNature. Disponível em: <<https://asknature.org/pt/estrat%C3%A9gia/a-bioluminesc%C3%Aancia-protege-da-preda%C3%A7%C3%A3o/>>. Acesso em: 16 ago. 2023.

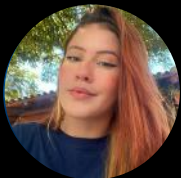
<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/08/cientistas-descobrem-barata-da-america-do-sul-que-brilha-no-escuro.html>

<https://asknature.org/pt/estrat%C3%A9gia/luz-usada-para-camuflagem/>



# Segredos Luminosos

*Criação, Desenvolvimento, Design e Revisão*



Amanda Kamia Pedroso de Oliveira  
Graduanda no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas -  
UFSCar, São Carlos-SP.



Clara Menezes Cezar Crovadora  
Graduanda no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas -  
UFSCar, São Carlos-SP.



Douglas Victor de Oliveira  
Graduando no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas -  
UFSCar, São Carlos-SP.



Esther Rodrigues da Silva  
Graduanda no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas -  
UFSCar, São Carlos-SP.



Julia Gomes de Oliveira  
Graduanda no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas -  
UFSCar, São Carlos-SP.



Milena Russo  
Graduanda no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas -  
UFSCar, São Carlos-SP.