

# Biosfera:

## Bioacumulação

PROJETO  
lagoa  
**VIVCI**

# CRÉDITOS

Este material foi elaborado no âmbito do Convênio de PDI (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) celebrado entre a CODEMAR (Companhia de Desenvolvimento de Maricá), Prefeitura Municipal de Maricá e UFF (Universidade Federal Fluminense).

## **PREFEITO MUNICIPAL DE MARICÁ**

Fabiano Horta

## **PRESIDENTE DA CODEMAR**

Hamilton Lacerda

## **COORDENADOR DO PROJETO LAGOA VIVA - CODEMAR**

Eduardo Britto

## **REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**

Dr. Antônio Cláudio Lucas da Nóbrega

## **PRESIDENTE DA FUNDAÇÃO EUCLIDES DA CUNHA**

Dr. Alberto Di Sabatto

## **COORDENADOR DO PROJETO LAGOA VIVA - UFF**

Dr. Eduardo Camilo da Silva

## **COORDENADORA DO PPGAD/UFF**

Dra. Ana Raquel Coelho Rocha

## **GERENTE DO PROJETO LAGOA VIVA – UFF**

Marcio Soares da Silva

## **COORDENADORA CIENTÍFICA DO PROJETO LAGOA VIVA UFF**

Dra. Evelize Folly das Chagas

## **AUTORES CONTEUDISTAS**

Renan Amorim, Mahathma Aguiar Barreto, Pedro da Silva Sant'Anna, Lucas Gaudie-Ley, Joel de Mattos Junior, Victor Aleluia da Silva, Beatriz Freitas dos Santos Gonçalves, Carolina Waite, Lara Pompermayer, Danniela Scott, Khauê Vieira e Fabiana Pompermayer

## **ORGANIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS**

Anna Clara Waite

## **REVISOR E EDITOR**

Jefferson Lopes Ferreira Junior

## **DIAGRAMAÇÃO**

Julia Braghetto Moreira

PROJETO  
lagoa  
**VIVCI**

# ENCICLOPÉDIA

1a edição, volume I. Rio de Janeiro, Eduk.AI Ltda., 2024  
© 2024 Eduk.AI Ltda.

produção:

EDUK.AI | Transformação  
Inovação educacional  
Inteligência Artificial



# APRESENTAÇÃO

A **Plataforma LAGOA VIVA** de Maricá é uma Comunidade Educacional que visa a Aprendizagem Ambiental desenvolvida com recursos tecnológicos de inteligência artificial para identificar índices de maturidade ambiental da população e para fornecer trilhas de aprendizagem. A proposta é identificar o perfil comportamental ambiental do indivíduo para o desenvolvimento de autopercepção e fornecer trilhas de aprendizagem com o intuito de ampliar a consciência ambiental e proporcionar uma maior eficácia de práticas cotidianas de preservação do meio ambiente.

Esta Comunidade Educacional de Aprendizagem Ambiental também se dedica à disponibilização de cartilhas e ebooks para que docentes, discentes e público em geral possam obter conteúdo de qualidade e de fácil acesso nas diversas temáticas sobre o meio ambiente. A educação ambiental é uma ferramenta importante para o desenvolvimento sustentável, contribuindo para a construção de uma cidade mais justa, igualitária e ambientalmente responsável. Por isso, cientes da importância e urgência desta questão, a CODEMAR (Companhia de Desenvolvimento de Maricá), UFF (Universidade Federal Fluminense) e Prefeitura de Maricá, desenvolveram a Plataforma LAGOA VIVA, uma iniciativa pioneira que utiliza tecnologia de ponta e tem potencial de revolucionar o âmbito da Educação Ambiental.

As cartilhas e ebooks estão organizadas nos principais temas que envolvem todas as esferas planetárias. Os conteúdos perpassam os seguintes eixos (esferas):

- **PLANETA TERRA**
- **ATMOSFERA**
- **GEOSFERA**
- **HIDROSFERA**
- **BIOSFERA**
- **ANTROPOSFERA**

# CONHECER SOBRE BIOACUMULAÇÃO

A **BIOACUMULAÇÃO** é um processo que ocorre no ambiente em que determinados **COMPOSTOS QUÍMICOS**, como metais pesados e substâncias tóxicas, **ACUMULAM-SE EM ORGANISMOS VIVOS**, especialmente em níveis tróficos mais altos. Esses compostos podem ser absorvidos pelos organismos através da alimentação, da respiração ou da absorção cutânea, e, uma vez dentro do corpo, eles podem se acumular em tecidos e órgãos, e com o tempo, causar efeitos prejudiciais à saúde.

A **BIOACUMULAÇÃO** é um fenômeno que ocorre naturalmente, mas pode ser agravado pela atividade humana, como a poluição industrial, a agricultura intensiva, a mineração e o descarte inadequado de resíduos. Em ecossistemas aquáticos, por exemplo, a **BIOACUMULAÇÃO** pode ocorrer em peixes e outros organismos aquáticos que absorvem compostos químicos tóxicos presentes na água. Na terra, a **BIOACUMULAÇÃO** pode ocorrer em animais que consomem plantas que absorvem esses compostos do solo.

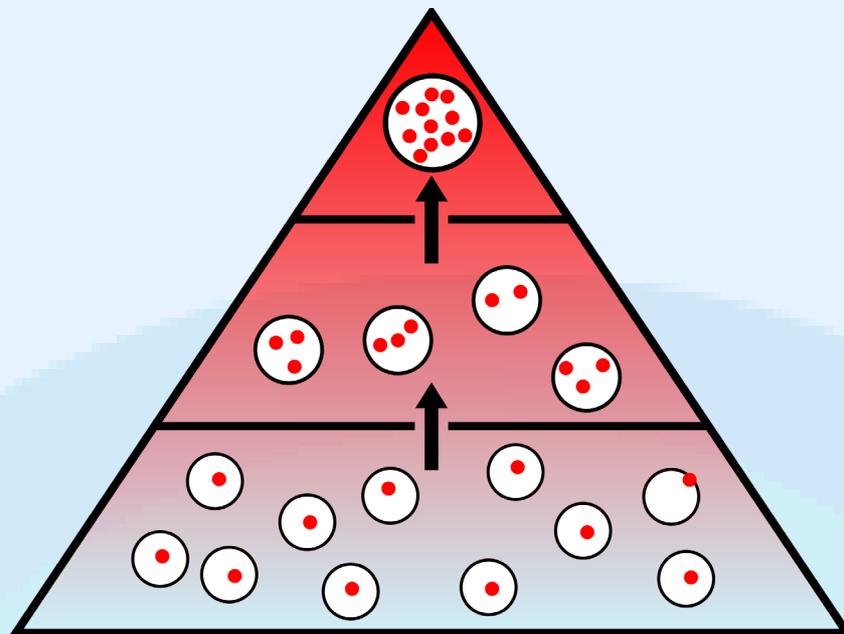


Figura 1: Acumulação de Substâncias Tóxicas na Cadeia Alimentar: Um Olhar sobre a Bioacumulação

Fonte: Imagem de Wikimedia

Um dos principais **EFEITOS DA BIOACUMULAÇÃO** é a **BIOMAGNIFICAÇÃO**, que é o processo em que compostos químicos tóxicos se concentram em **NÍVEIS TRÓFICOS** mais altos da cadeia alimentar. Isso ocorre porque, à medida que os organismos consomem outros organismos, os compostos químicos tóxicos são acumulados em seus tecidos e órgãos em níveis cada vez maiores. Por exemplo, a **BIOACUMULAÇÃO** pode ter efeitos prejudiciais à saúde humana. A exposição a **COMPOSTOS QUÍMICOS TÓXICOS** pode causar danos ao sistema nervoso, fígado, rins, pulmões

e outros órgãos. Além disso, esses compostos podem ser **CARCINOGÊNICOS, MUTAGÊNICOS** e **TERATOGÊNICOS**, o que significa que podem causar câncer, mutações genéticas e defeitos congênitos em fetos.

A **BIOACUMULAÇÃO** pode ter um efeito significativo nos níveis tróficos de uma cadeia alimentar, especialmente em predadores no topo da cadeia. A **ACUMULAÇÃO DE CONTAMINANTES** em organismos de níveis tróficos mais baixos pode levar a concentrações mais altas nos organismos que os consomem. Como resultado, os predadores no topo da cadeia alimentar podem acabar com concentrações extremamente altas de contaminantes em seus tecidos.

Isso pode ter consequências graves para a saúde desses predadores e até mesmo para as populações desses animais. A **BIOACUMULAÇÃO DE MERCÚRIO**, por exemplo, pode ter efeitos neurológicos graves em aves e mamíferos que se alimentam de peixes contaminados. Além disso, os níveis mais altos de contaminantes em predadores no topo da cadeia alimentar podem afetar a reprodução desses animais.

Além disso, a **BIOACUMULAÇÃO** pode afetar o equilíbrio ecológico em um **ECOSSISTEMA**. A diminuição das populações de predadores no topo da cadeia alimentar pode levar a um aumento de organismos em **NÍVEIS TRÓFICOS INFERIORES**, o que pode afetar a disponibilidade de recursos e alterar a dinâmica da cadeia alimentar. Por exemplo, a diminuição das populações de aves de rapina pode levar a um aumento no número de roedores e outros animais de níveis tróficos mais baixos, o que pode levar a uma sobrecarga de recursos, como plantas e sementes.

Para prevenir a **BIOACUMULAÇÃO** e seus efeitos prejudiciais à saúde, é importante controlar a poluição industrial, regular o uso de pesticidas e outros produtos químicos tóxicos na agricultura, gerenciar adequadamente o descarte de resíduos e promover práticas de consumo sustentável. Além disso, é importante monitorar a presença de compostos químicos tóxicos no ambiente e nos organismos vivos, a fim de identificar e controlar os riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

## **IMPACTOS DA BIOACUMULAÇÃO NOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS E TERRESTRES**

Nos **ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS**, a **BIOACUMULAÇÃO** pode ocorrer quando substâncias químicas são liberadas na água, seja por atividades humanas ou processos naturais, e são absorvidas pelos **ORGANISMOS AQUÁTICOS**. Alguns organismos, como os peixes, podem acumular altas concentrações de substâncias químicas em seus **TECIDOS GORDUROSOS**, como o fígado e o tecido adiposo. Essa **BIOACUMULAÇÃO** pode ocorrer porque os organismos aquáticos não conseguem eliminar completamente as substâncias químicas do seu corpo, o que resulta em um acúmulo progressivo no tempo. Quando um organismo é ingerido por outro organismo em uma cadeia alimentar, as **SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS** acumuladas também são transferidas, resultando

em um processo de **BIOMAGNIFICAÇÃO**.

Nos **ECOSSISTEMAS TERRESTRES**, a **BIOACUMULAÇÃO** pode ocorrer quando substâncias químicas são liberadas no solo ou na atmosfera, e são absorvidas pelas plantas e outros **ORGANISMOS TERRESTRES**. As plantas podem acumular substâncias químicas em suas raízes e tecidos, e essas substâncias podem ser transferidas para os animais que se alimentam delas. Além disso, a **BIOACUMULAÇÃO** também pode ocorrer em microrganismos que vivem no solo, como bactérias e fungos.

Em ambos os casos, a **BIOACUMULAÇÃO** pode ter efeitos negativos na saúde dos organismos e na saúde humana, caso os organismos contaminados sejam ingeridos. Por isso, é importante monitorar e controlar a liberação de substâncias químicas no meio ambiente, a fim de minimizar os efeitos negativos da bioacumulação.

Existem diversos **CONTAMINANTES AMBIENTAIS** que podem se acumular nos organismos, tanto em ecossistemas aquáticos quanto terrestres, e essas substâncias podem ter efeitos negativos na saúde dos organismos e no meio ambiente. Alguns dos principais contaminantes ambientais incluem:

- **METAIS PESADOS:** METAIS como mercúrio, chumbo e cádmio podem ser liberados na atmosfera e na água por atividades humanas, como mineração, queima de combustíveis fósseis e descarte inadequado de resíduos. Esses metais podem se acumular nos organismos ao longo do tempo e causar danos ao sistema nervoso, cardiovascular e reprodutivo.

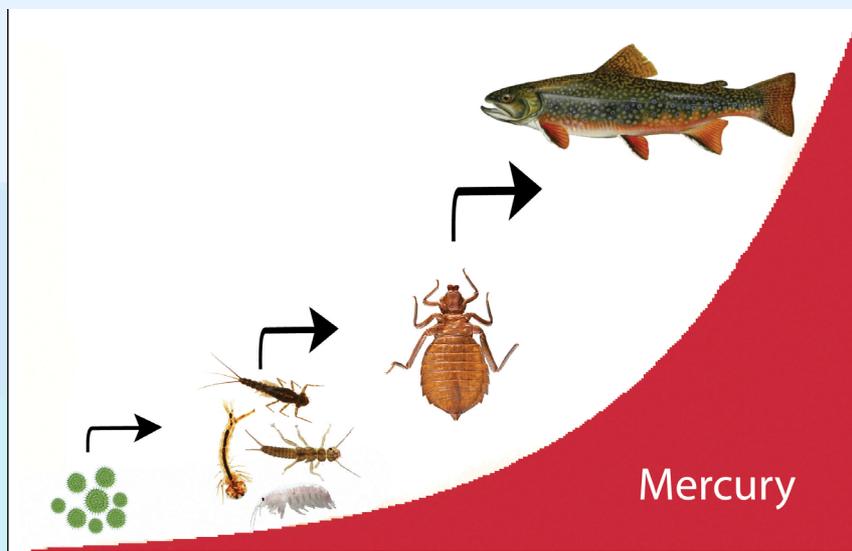


Figura 2: Magnificação do Mercúrio na Cadeia Alimentar: Um Alerta sobre os Riscos da Poluição

Fonte: Wikimedia

- **COMPOSTOS ORGÂNICOS PERSISTENTES (COPS):** o PCB e o DDT, foram amplamente utilizados em produtos industriais e agrícolas, mas foram proibidos em muitos países por serem tóxicos e persistentes no meio ambiente. Eles podem se acumular nos organismos, especialmente em peixes e aves, e causar danos ao sistema nervoso e reprodutivo.

- **PESTICIDAS E HERBICIDAS:** são produtos químicos amplamente utilizados na agricultura e podem se acumular nos organismos, incluindo plantas e animais. Eles podem causar efeitos tóxicos agudos e crônicos em organismos não-alvo e afetar a biodiversidade.
- **POLUENTES ATMOSFÉRICOS:** como dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e partículas finas podem ser liberados por veículos, indústrias e queima de combustíveis fósseis. Eles podem afetar a qualidade do ar e causar problemas respiratórios em humanos e animais.
- **PLÁSTICOS E MICROPLÁSTICOS:** podem se acumular no ambiente e ser ingerido pelos organismos, levando à bioacumulação. Os microplásticos podem causar danos ao trato gastrointestinal dos organismos e afetar a biodiversidade.

Esses **CONTAMINANTES AMBIENTAIS** podem afetar a saúde humana e animal, causando doenças como câncer, problemas neurológicos e reprodutivos, além de afetar a biodiversidade e os ecossistemas. É importante controlar e reduzir a liberação desses contaminantes no meio ambiente, através de políticas de gestão ambiental e da adoção de práticas mais sustentáveis.

Algumas das principais estratégias para minimizar a bioacumulação desses contaminantes incluem:

- **CONTROLE DE POLUENTES NA FONTE:** Isso envolve a regulamentação de atividades industriais, agrícolas e de transporte que liberam contaminantes no meio ambiente. Por exemplo, leis e regulamentações podem limitar o uso de produtos químicos tóxicos, como pesticidas e herbicidas, ou exigir a instalação de sistemas de filtragem de gases de escape em fábricas e usinas.
- **GERENCIAMENTO ADEQUADO DE RESÍDUOS:** O descarte adequado de resíduos é essencial para evitar a liberação de contaminantes no meio ambiente. Isso pode incluir a reciclagem de materiais, a disposição segura de resíduos perigosos e a implementação de sistemas de coleta seletiva de lixo.
- **TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO:** O tratamento adequado de água e esgoto pode remover muitos dos contaminantes que podem ser encontrados nesses materiais. Isso pode ser feito por meio de tratamentos químicos ou biológicos antes do descarte no meio ambiente.
- **USO DE PRÁTICAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS:** O uso de práticas agrícolas mais sustentáveis, como a agricultura orgânica, pode reduzir a quantidade de produtos químicos tóxicos liberados no meio ambiente. Além disso, a rotação de culturas e o uso de técnicas de controle biológico podem ajudar a reduzir o acúmulo de resíduos químicos no solo.
- **CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE:** A manutenção da biodiversidade é importante para minimizar a bioacumulação de contaminantes. Isso se deve ao fato de que a biodiversidade saudável pode ajudar a manter um equilíbrio ecológico e diminuir a

concentração de contaminantes nos organismos.

- **MONITORAR A CONCENTRAÇÃO DE CONTAMINANTES:** A monitorização da concentração de contaminantes em organismos e em diferentes níveis tróficos é fundamental para avaliar a gravidade da bioacumulação em um ecossistema.
- **LIMITAR A INGESTÃO DE ALIMENTOS CONTAMINADOS:** Os seres humanos podem reduzir a ingestão de alimentos contaminados por meio de práticas seguras de preparação de alimentos, escolha de alimentos seguros e regulamentação de padrões de segurança alimentar
- **INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE PLANTAS E ANIMAIS TOLERANTES A CONTAMINANTES:** Alguns tipos de plantas e animais são naturalmente tolerantes a contaminantes e podem ser introduzidos em áreas contaminadas para ajudar a reduzir a bioacumulação.
- **BIODEGRADAÇÃO:** A biodegradação é o processo pelo qual os microrganismos decompositores degradam os poluentes no ambiente em compostos menos tóxicos. A biodegradação pode ser usada para reduzir a concentração de contaminantes no solo, na água ou em outros meios. Essa estratégia pode ser usada em combinação com outras técnicas, como a biorremediação.
- **BIORREMEDIAÇÃO:** A biorremediação é uma técnica de limpeza ambiental que usa microrganismos ou plantas para remover ou transformar contaminantes do meio ambiente. A biorremediação pode ser usada em áreas contaminadas para reduzir a concentração de poluentes e impedir a bioacumulação.
- **REMEDIAÇÃO AMBIENTAL:** A remediação ambiental é uma técnica de limpeza ambiental que envolve a remoção ou tratamento de solos e águas contaminados para reduzir a concentração de contaminantes e impedir a bioacumulação. Isso pode incluir a escavação e remoção do solo contaminado ou a aplicação de técnicas de tratamento de água, como a filtração.
- **REGULAMENTAÇÃO DA POLUIÇÃO:** A regulamentação governamental pode ser usada para reduzir a quantidade de poluentes que são liberados no ambiente, ajudando a prevenir a bioacumulação. Isso pode ser feito através do estabelecimento de padrões de qualidade ambiental e de segurança, bem como a aplicação de leis e regulamentações para limitar as emissões de poluentes.

Essas **ESTRATÉGIAS** são importantes para proteger a saúde humana e animal, além de preservar a biodiversidade e garantir a sustentabilidade dos ecossistemas. A implementação de **ESTRATÉGIAS** eficazes para reduzir os riscos de **BIOACUMULAÇÃO** é fundamental para proteger a saúde humana e o meio ambiente a longo prazo. A combinação de **DIFERENTES TÉCNICAS** de

limpeza e regulamentação pode ajudar a minimizar a **BIOACUMULAÇÃO** e garantir a segurança de alimentos e da água para as populações locais e a biodiversidade.

## **MONITORAMENTO DA BIOACUMULAÇÃO: ESTUDOS DE BIOMAGNIFICAÇÃO E ORGANISMOS SENTINELAS NA AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A CONTAMINANTES**

A **BIOACUMULAÇÃO** pode ser monitorada e avaliada através de **ESTUDOS DE BIOMAGNIFICAÇÃO E BIOACUMULAÇÃO** em organismos sentinelas e populações selvagens. Esses estudos são importantes para avaliar o nível de exposição de organismos a contaminantes e para determinar se os **NÍVEIS DE BIOACUMULAÇÃO** estão aumentando ou diminuindo ao longo do tempo.



Figura 3: Coleta de Amostras  
Fonte: Imagem do Freepik

**ORGANISMOS SENTINELAS** são usados para monitorar a qualidade ambiental em uma determinada área. Esses organismos são escolhidos por serem **REPRESENTATIVOS** de uma comunidade biológica específica e porque são facilmente coletados e analisados. Eles podem incluir peixes, crustáceos, aves ou mamíferos que vivem em uma área contaminada. A análise desses organismos pode fornecer informações valiosas sobre o nível de contaminação em um ecossistema e o **POTENCIAL DE BIOACUMULAÇÃO**.

Além disso, **ESTUDOS DE BIOMAGNIFICAÇÃO** são usados para avaliar a concentração de contaminantes em diferentes níveis tróficos de uma cadeia alimentar. Esses estudos são importantes porque a **BIOMAGNIFICAÇÃO** pode aumentar significativamente os níveis de contaminantes em predadores no topo da **CADEIA ALIMENTAR**. Por exemplo, os **ESTUDOS DE BIOMAGNIFICAÇÃO** do DDT nos anos 60 e 70 mostraram que o DDT se acumulou em níveis perigosos em aves de rapina, como a águia careca, ameaçando a sobrevivência dessas espécies.

Os **ESTUDOS DE BIOACUMULAÇÃO** em populações selvagens também são importantes para avaliar a exposição a contaminantes. Os **ORGANISMOS SELVAGENS** são coletados e analisados para determinar o **NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO** em uma determinada área. Esses estudos podem ajudar a identificar áreas críticas que precisam de monitoramento adicional ou medidas de remediação.

Os **ESTUDOS DE BIOMAGNIFICAÇÃO, BIOACUMULAÇÃO** e **POPULAÇÕES SENTINELAS** são importantes para entender os efeitos da **BIOACUMULAÇÃO** na biodiversidade e na saúde humana. Através desses estudos, os cientistas podem avaliar os riscos associados à exposição a contaminantes e desenvolver estratégias eficazes para minimizar esses riscos.

Também é importante notar que a **MONITORAÇÃO DA BIOACUMULAÇÃO** é um processo contínuo, uma vez que a exposição a contaminantes pode variar ao longo do tempo e em diferentes áreas geográficas. Portanto, os estudos de monitoramento devem ser realizados regularmente para detectar mudanças no **NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO**.

Além disso, é importante usar uma abordagem integrada para avaliar a **BIOACUMULAÇÃO** em ecossistemas. Isso envolve o uso de uma variedade de métodos de monitoramento, incluindo análise de amostras de solo, água e ar, bem como estudos de **BIOMAGNIFICAÇÃO** e **BIOACUMULAÇÃO** em diferentes **NÍVEIS TRÓFICOS**.

Os resultados desses estudos são usados para desenvolver medidas de gestão e políticas para minimizar os efeitos negativos da **BIOACUMULAÇÃO** na saúde humana e no meio ambiente. Essas medidas podem incluir a regulamentação da poluição, a redução do uso de produtos químicos tóxicos, a implementação de práticas de manejo de resíduos mais seguras e o desenvolvimento de tecnologias mais limpas.

## LEITURAS RECOMENDADAS

### INFANTO-JUVENIL

“Bioacumulação: o que é e como ocorre”

<https://www.ecycle.com.br/bioacumulacao/>

### **PÚBLICO GERAL**

“Bioacumulação e Biomagnificação”

<https://www.io.usp.br/index.php/oceanos/textos/antartida/31-portugues/publicacoes/series-divulgacao/poluicao/811-bioacumulacao-e-biomagnificacao.html>

“Bioacumulação e Biomagnificação: venenos silenciosos”

<http://olharoceanografico.com/bioacumulacao-e-biomagnificacao-venenos-silenciosos/>

### **ACADÊMICO**

Kehrig et al., BIOCONCENTRAÇÃO E BIOMAGNIFICAÇÃO DE METILMERCÚRIO NA BAÍA DE GUANABARA, RIO DE JANEIRO. **Quim. Nova**, Vol. 34, No. 3, 377-384, 2011. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/qn/a/LhbmJbGTGNWLhwrGFNJG4hR/?format=pdf&lang=pt>>.

## **VÍDEOS INFORMATIVOS SUGERIDOS**

### **INFANTO JUVENIL**

“Bioacumulação e Biomagnificação”

<https://www.youtube.com/watch?v=zvy2rlhwO8Y>

### **PÚBLICO GERAL**

“Bioacumulação e amplificação biológica (ou biomagnificação)”

<https://www.youtube.com/watch?v=sh-RKrdwVs0>

### **ACADÊMICO**

palestra COB Uso de Briófitas como Bioindicadoras

## **LISTA DE IMAGENS**

Figura 1:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bioakkumulation\\_von\\_schadstoffen.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bioakkumulation_von_schadstoffen.png)

Figura 2:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mercury\\_\(Hg\)\\_Biomagnification\\_Graphic\\_\(ba40f463-9f49-4a28-bcd9-a1e65a0d1dee\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mercury_(Hg)_Biomagnification_Graphic_(ba40f463-9f49-4a28-bcd9-a1e65a0d1dee).jpg)

Figura 3:

[https://br.freepik.com/fotos-gratis/ecologista-colhendo-amostras-de-agua-com-tubo-de-ensaio-do-rio-da-cidade-para-determinar-o-nivel-de-contaminacao-e-poluicao\\_11138136](https://br.freepik.com/fotos-gratis/ecologista-colhendo-amostras-de-agua-com-tubo-de-ensaio-do-rio-da-cidade-para-determinar-o-nivel-de-contaminacao-e-poluicao_11138136).

PROJETO

# lagoa VIVCI

produção:

EDUK.AI | Transformação  
Inovação educacional  
Inteligência Artificial

 Universidade  
Federal  
Fluminense

 **CODEMAR**  
MARICÁ DESENVOLVIMENTO

 PREFEITURA DE  
**MARICÁ**