



CONTAMINAÇÃO DE MERCÚRIO na LAGUNA MUNDAÚ - MANGUABA

UMA ABORDAGEM QUÍMICA



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS



SOBRE O TRABALHO

O E-livreto “Contaminação de mercúrio na Laguna Mundaú-Manguaba” é um projeto desenvolvido na disciplina Atividades Curriculares de Extensão A, do curso de Química Licenciatura do Instituto de Química e Biotecnologia - Universidade Federal de Alagoas. Tem como objetivo conscientizar os estudantes de escolas públicas e particulares das proximidades da Lagoa Mundaú (Maceió-AL) acerca da contaminação comprovada de metais, como o mercúrio, os cuidados obrigatórios pra preservação ambiental e medidas de prevenção da saúde pública diante da problemática. Visando uma abordagem química, o material é uma estratégia para contextualização dos metais presentes na tabela periódica na sala de aula, fazendo uma ponte, dessa maneira, entre o componente curricular de química e o cotidiano.

AUTORES

Islaine Elí Lima Gomes¹

Islany Thaissa Izidoro Cerqueira¹

Marcos Felipe Miranda Ferreira¹

Thalita Bernardo dos Santos¹

ORIENTADORA

Maria Ester de Sá Barreto Barros²

¹ Graduandos em Química Licenciatura pelo Instituto de Química e Biotecnologia (IQB) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

² Docente responsável pela disciplina de Atividades Curriculares de Extensão A do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

SUMÁRIO

1. A ÁGUA IDEAL.....	03
1.1 VOCÊ SABE O QUE É UMA ÁGUA IDEAL PARA CONSUMO HUMANO?.....	03
1.2 E SE A ÁGUA CONTER ALGUMA IMPUREZA, O QUE ACONTECE?.....	04
1.3 QUAIS OS TIPOS DE CONTAMINANTES?.....	04
2. COMO OCORRE A CONTAMINAÇÃO?.....	05
3. COMPLEXO ESTUARINO LAGUNAR MUNDAÚ-MANGUABA	06
4. OS METAIS NA TABELA PERIÓDICA.....	08
4.1 METAIS ALCALINOS.....	08
4.2 METAIS ALCALINOS TERROSOS.....	09
4.3 METAIS DE TRANSIÇÃO.....	10
4.4 METAIS REPRESENTATIVOS.....	11
5. O MERCÚRIO.....	13
6. APLICAÇÃO DO MERCÚRIO AO LONGO DO TEMPO.....	14
7. IMPACTOS AMBIENTAIS E EM SAÚDE.....	15
8. COMO EVITAR A CONTAMINAÇÃO?.....	16
9. REFERÊNCIAS.....	17

1

A ÁGUA IDEAL

VOCÊ SABE O QUE É UMA ÁGUA IDEAL PARA CONSUMO HUMANO?



Uma água ideal é aquela que atende aos padrões de qualidade e pureza estabelecidos pelos órgãos regulatórios, tais como o Ministério da Saúde e do Meio Ambiente. Aqui no nosso estado de Alagoas, temos o IMA (Instituto do Meio Ambiente de Alagoas).

A água ideal deve ser livre de impurezas (microrganismos patogênicos, produtos químicos tóxicos, poluentes e substâncias impróprias - dejetos humanos e de animais, descarte incorreto de lixo, etc.), conter pH neutro, ser livre de odor e sabor estranhos, ter um teor adequado de minerais e baixa concentração de contaminantes, como metais pesados.



E SE A ÁGUA CONTIVER ALGUMA IMPUREZA, O QUE ACONTECE?

>>> A presença de micro e macroelementos na água, em quantidades inadequadas, devido à contaminação pode estar associada a problemas de saúde. É fundamental garantir a pureza da água para evitar a contaminação da população e preservar o equilíbrio ambiental.



QUAIS OS TIPOS DE CONTAMINANTES?

Bactérias, vírus, parasitas e outros microrganismos patogênicos podem contaminar a água.

O escoamento agrícola e o lançamento de efluentes domésticos podem causar o enriquecimento excessivo de nutrientes na água.

Poluentes químicos: Industriais, agrícolas e domésticos.

Metais como chumbo, mercúrio, cádmio e arsênico podem contaminar a água por meio de atividades industriais, mineração, etc.

O descarte inadequado de resíduos sólidos, incluindo plásticos, garrafas, embalagens e outros materiais, pode levar à contaminação da água.

2

COMO OCORRE A CONTAMINAÇÃO?



Acredita-se que o processo de degradação ambiental está relacionado ao crescimento acelerado e desordenado da população e a presença de indústrias (por exemplo, cloroquímica e sucroalcooleiras).

É lógico afirmar que os impactos gerados pela indústria estão diretamente ligados à extração das matérias primas que possibilita a construção do produto final. Esse, move a economia da região e, conseqüentemente, do país.



Em Maceió - AL, pode-se visualizar um exemplo onde a extração (inconsciente e desordenada) de sal-gema implicou na mudança de vida de várias famílias que deixaram seu lar para que os impactos, que já eram financeiros e emocionais, não se tornasse físico também.

A população brasileira cresceu sem planejamento. A ocupação de áreas que não deveriam ser ocupadas, que não possuem saneamento básico faz com que, através do despejo dos dejetos da população que ali vive, contamine os cursos d'água à sua volta ao tempo em que utilizam dessa água nas atividades do cotidiano.



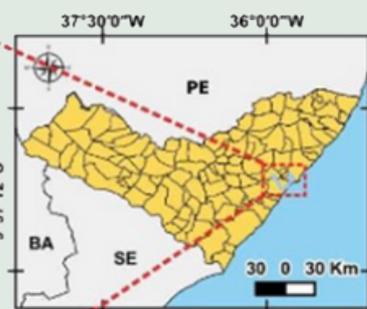
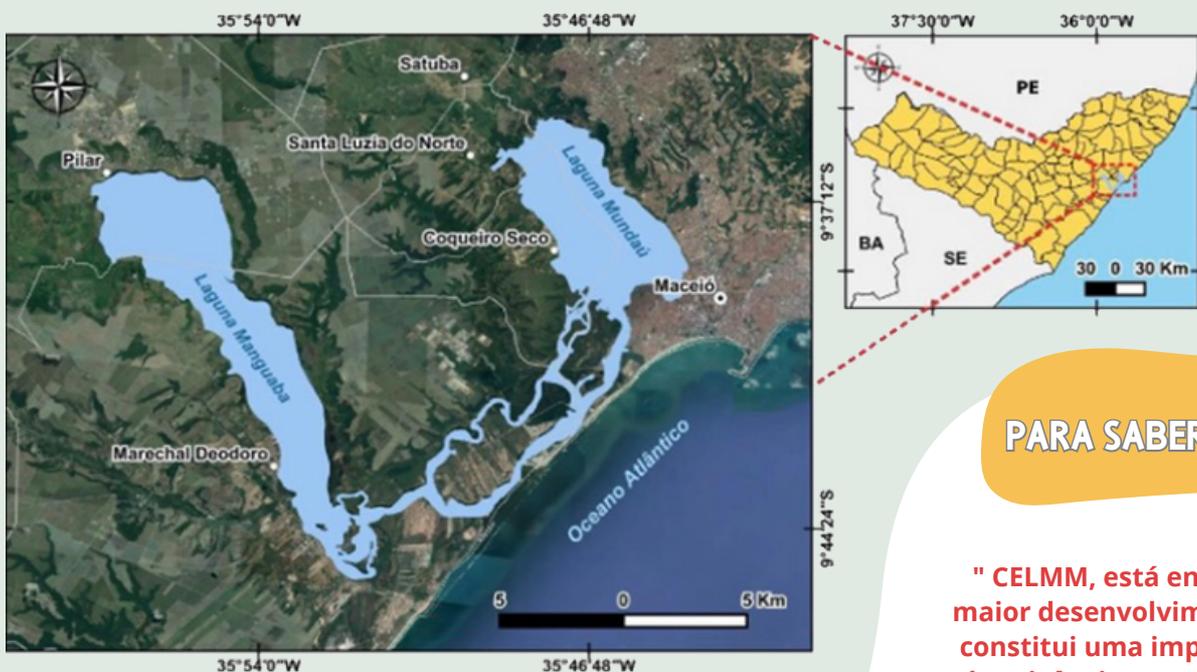
3

COMPLEXO ESTUARINO LAGUNAR MUNDAÚ – MANGUABA (CELMM)

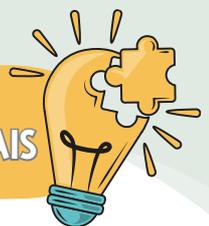
»»» É um dos ambientes mais representativos do litoral alagoano e apresenta um valor socioeconômico significativo para o estado de Alagoas, sendo considerado um dos mais importantes ecossistemas do Brasil.



CELMM possui uma área total de 7844 km² com clima tropical e semiúmido, com duas estações bem definidas: seca (setembro a março) e úmida (abril a agosto). Abaixo, uma representação do CLMM visto por cima:



PARA SABER MAIS



" CELMM, está entre as regiões com maior desenvolvimento produtivo e constitui uma importante fonte de sobrevivência para as populações que vivem em suas margens e deles retiram elevada porcentagem ou a totalidade do seu sustento. Silva e Souza estimam que em 2008 cerca de 260.000 pessoas dependiam direta ou indiretamente desse estuário como fonte de sustento e renda."



Ao longo do tempo, o complexo testemunhou mudanças pelo crescimento industrial e urbano, trazendo consigo desafios ligados à poluição por metais pesados, tornando-se vulnerável à poluição causada por atividades humanas. Estudos indicam altos níveis de metais tóxicos no CELMM e recentemente, quantidades significativas de íons mercúrio também foram detectadas. Esses íons são foco de pesquisas devido à sua toxicidade, **bioacumulação** e **biomagnificação** e impactos no sistema neurológico e ecossistema, que resulta em mortandade aquática.



Pesquisadores apontam a presença de metais pesados como o mercúrio, no CELMM. Conforme Aryanna (2022), o teor de mercúrio presente na água da Laguna Mundaú (Maceió, AL) está acima do recomendado de acordo com algumas leis de controle de água. Em sua pesquisa, Aryanna verificou que no CELMM, o nível de mercúrio atingiu os seguintes níveis: 0,02 a 1,64 µg/L (mercúrio inorgânico) e 0,2 a 5,45 µg/L (mercúrio orgânico).

Bioacumulação é quando substâncias ruins se acumulam nos corpos dos animais ao longo do tempo. **Biomagnificação** é quando essas substâncias ruins aumentam ainda mais na cadeia alimentar, prejudicando animais que comem outros animais.

"A Organização Mundial da Saúde (OMS) reconhece que qualquer exposição ao mercúrio pode ser prejudicial à saúde humana."

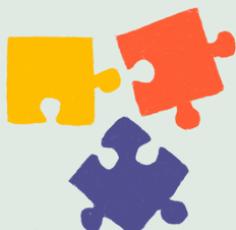


SE LIGA:

O mercúrio é popularmente conhecido como um metal pesado na Classificação periódica dos elementos, ou melhor, na Tabela Periódica. Mas, você sabe o que é isso? É o que descobriremos nas próximas páginas.

4

OS METAIS NA TABELA PERIÓDICA



A tabela periódica é uma forma de organização que agrupa todos os elementos químicos já descobertos e/ou sintetizados em laboratório de acordo com as suas propriedades. É o verdadeiro alfabeto da Química, só que com **118 letras!**

Onde os metais podem ser encontrados na tabela?

Ao analisar a classificação periódica dos elementos, alguns termos como “metais alcalinos”, “alcalinos terrosos”, “representativos” e “metais de transição externa e interna” são observados. Você sabe diferenciar todos esses?

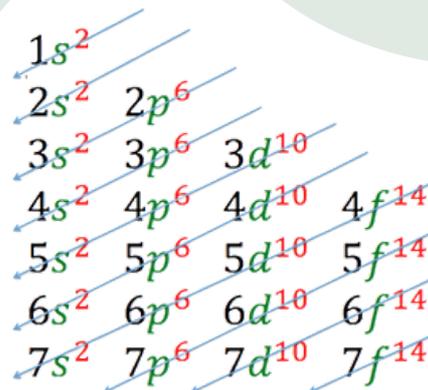


Diagrama de níveis de energia.



METAIS ALCALINOS

GRUPO 1 - BLOCO "s"

1A



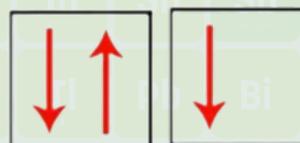
Os metais alcalinos são os elementos localizados no grupo 1 (família 1A), pois apresentam apenas 1 elétron em sua camada de valência, levando em consideração a distribuição eletrônica pelo *diagrama de energia*.

São eles: **Lítio, Sódio, Potássio, Rubídio, Césio e Frâncio.**

Exemplo: **Lítio (Li)**



Distribuição eletrônica:





➤➤➤ Eles recebem o nome “alcalino” por apresentarem grande afinidade com a água, formando assim **substâncias alcalinas**.



METAIS ALCALINOS TERROSOS

GRUPO 2 - BLOCO "s"

2A

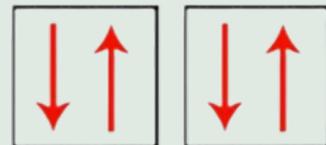


Os metais alcalinos terrosos estão localizados no grupo 2 (família 2A) da tabela, possuindo 2 elétrons na camada de valência.

Exemplo: Berílio (Be)



Distribuição eletrônica:



O termo “terroso” se dá por serem encontrados em muitos minerais presentes na Terra.

METAIS DE TRANSIÇÃO

Bloco "p"

São todos aqueles localizados no bloco p da tabela periódica, isto é, entre os grupos 2 e 3 (2A e 3A).

»»» Essa categoria é composta tanto por metais encontrados na natureza, quanto produzidos artificialmente, iniciando pelo Escândio (Sc) e finalizando com o Copernício (Cn).

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sc Escândio	Ti Titânio	V Vanádio	Cr Crom	Mn Manganês	Fe Ferro	Co Cobalto	Ni Níquel	Cu Cobre	Zn Zinco
Y Ítrio	Zr Zircônio	Nb Níquel	Mo Molibdênio	Tc Técnetio	Ru Ródio	Rh Ródio	Pd Paládio	Ag Prata	Cd Cádmio
La Lantânio	Hf Hafnício	Ta Tântalo	W Wolfrâmio	Re Rênio	Os Osmio	Ir Írio	Pt Platina	Au Ouro	Hg Mercúrio
Ac Actínio	Rf Rifório	Db Dúbnio	Sg Sérgio	Bh Bório	Hs Háscio	Mt Moscóvio	Ds Darmstadtio	Rg Roentgenio	Cn Copernício

Além destes, há também todo o bloco f da tabela, sendo caracterizados como metais de transição internos - lantanídeos e actinídeos -, isso porque se encaixam nas mesmas propriedades dos metais externos mas, por motivos de organização, foram dispostos separadamente.

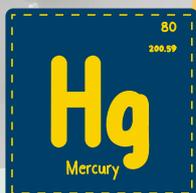
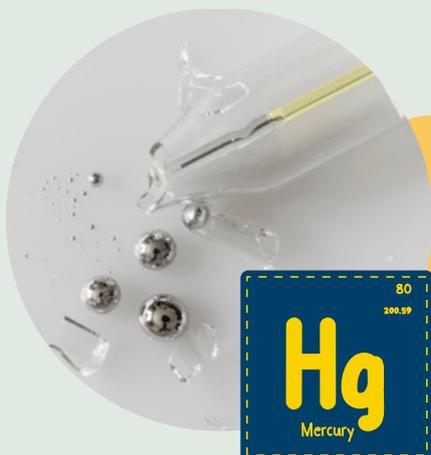
Série dos Lantanídeos	Ce Célio	Pr Praseodímio	Nd Néodímio	Pm Promécio	Sm Samaritium	Eu Európio	Gd Gádolio	Tb Térbio	Dy Dísmio	Ho Hólio	Er Érbio	Tm Tulmio	Yb Ítrio	Lu Lúteo
Série dos Actinídeos	Th Tório	Pa Protactínio	U Urânio	Np Neptúlio	Pu Plutônio	Am Americônio	Cm Cúrio	Bk Berkelium	Cf Califórnia	Es Einsteinium	Fm Fermium	Md Mendelevium	No Nélio	Lr Lawrencium

São bastante conhecidos por suas características físicas, dentre elas:



»»» Boa condutibilidade térmica, sendo muito utilizados como condutores de eletricidade, a exemplo do Cobre (Cu);

>>> Tendência a possuir maior ponto de fusão e/ou ebulição quando comparado aos metais alcalinos e alcalinos terrosos;



>>> Ser encontrado no estado sólido, com exceção do Mercúrio (Hg);

>>> Possibilidade de formar compostos químicos coloridos.



METAIS REPRESENTATIVOS

Os metais que não possuem seu subnível completo são conhecidos como representativos (alumínio, gálio, germânio, índio, estanho, antimônio, tálio, chumbo, bismuto, polônio, nihonio, fleróvio, moscovio e livermório).

Al Alumínio			
Ga Gálio	Ge Germânio		
In Índio	Sn Estanho		
Tl Tálio	Pb Chumbo	Bi Bismuto	Po Polônio
Nh Nihonio	Fl Fleróvio	Mc Moscovio	Lv Livermório



Mas... e os metais pesados?
Onde se encaixam?

O QUE SÃO METAIS PESADOS?

Lembra desses termos?

»»» O termo metais pesados se dá àqueles que apresentam elevada massa específica e atômica, além de elevado número atômico.

MASSA ESPECÍFICA:

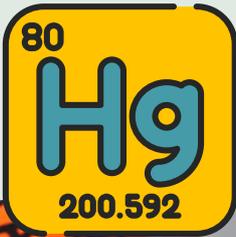
É a razão entre a massa e o volume de uma substância

MASSA ATÔMICA:

Média de todas as massas moleculares dos isótopos de um elemento químico

NÚMERO ATÔMICO (Z):

É o número de prótons existentes no núcleo do átomo. O "código" dos elementos, cada um tem o seu particular.



O mercúrio, como já foi dito anteriormente, pode ser considerado um metal pesado.



Alguns pesquisadores consideram qualquer metal como "pesado". Todavia, há um consenso de que apenas os metais de transição podem ser classificados como metais pesados, exatamente devido às suas propriedades.

TABELA PERIÓDICA

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	H hidrogênio (1)																		He hélio (2)
2	Li lítio (3)	Be berílio (4)											B boro (5)	C carbono (6)	N nitrogênio (7)	O oxigênio (8)	F flúor (9)	Ne néon (10)	
3	Na sódio (11)	Mg magnésio (12)											Al alumínio (13)	Si silício (14)	P fósforo (15)	S enxofre (16)	Cl cloro (17)	Ar argônio (18)	
4	K potássio (19)	Ca cálcio (20)	Sc escândio (21)	Ti tânio (22)	V vanádio (23)	Cr cromo (24)	Mn manganês (25)	Fe ferro (26)	Co cobalto (27)	Ni níquel (28)	Cu cobre (29)	Zn zinco (30)	Ga gálio (31)	Ge germânio (32)	As arsênio (33)	Se selênio (34)	Br bromo (35)	Kr krônio (36)	
5	Rb rubídio (37)	Sr estrôncio (38)	Y itríbio (39)	Zr zircônio (40)	Nb nióbio (41)	Mo molibdênio (42)	Tc tecnécio (43)	Ru ródio (44)	Rh ródio (45)	Pd paládio (46)	Ag prata (47)	Cd cádmio (48)	In índio (49)	Sn estanho (50)	Sb antimônio (51)	Te telúrio (52)	I iodo (53)	Xe xenônio (54)	
6	Cs césio (55)	Ba bário (56)	57-71 Lantanídeos		Hf hafnio (72)	Ta tântalo (73)	W tungstênio (74)	Re rênio (75)	Os ósio (76)	Ir íridio (77)	Pt platina (78)	Au ouro (79)	Hg mercúrio (80)	Tl talâmio (81)	Pb chumbo (82)	Bi bismuto (83)	Po polônio (84)	At astato (85)	Rn rádioatômico (86)
7	Fr frâncio (87)	Ra rádio (88)	89-103 Atinídeos		Rf rutherfordio (104)	Db dubnio (105)	Sg seabórgio (106)	Bh bohrio (107)	Hs hásio (108)	Mt meitnério (109)	Ds darmstadto (110)	Rg roentgenio (111)	Cn copernício (112)	Nh nihônio (113)	Fl fleróvio (114)	Mc moscóvio (115)	Lv livermório (116)	Ts tenessio (117)	Og ogânesônio (118)
					La lantanídeo (57)	Ce cério (58)	Pr praseodímio (59)	Nd néodímio (60)	Pm promécio (61)	Sm samário (62)	Eu europio (63)	Gd gadolínio (64)	Tb terbório (65)	Dy disprósio (66)	Ho hólio (67)	Er érbio (68)	Tm tímio (69)	Yb itêrbio (70)	Lu lutécio (71)
					Ac actínio (89)	Th tório (90)	Pa protactínio (91)	U urânio (92)	Np neptúlio (93)	Pu plutônio (94)	Am américio (95)	Cm cúrio (96)	Bk berquélio (97)	Cf califórnio (98)	Es einsteinio (99)	Fm fermório (100)	Md mendelívio (101)	No nobelíio (102)	Lr lawrêncio (103)

■ Não metais
 ■ Metais alcalinos
 ■ Semimetais
 ■ Outros metais
 ■ Lantanídeos
■ Gases nobres
 ■ Metais alcalino-terrosos
 ■ Halogênios
 ■ Metais de transição
 ■ Actinídeos

Agora que você já viu do que se trata, que tal voltarmos para o Mercúrio (Hg)?

5

O MERCÚRIO

80	2
	8
	18
Hg	32
Mercúrio	18
	2
200,592	

O mercúrio é um elemento químico da classe dos metais pesados que pode assumir diferentes formas químicas, variando de acordo com sua aplicação. **Você sabe quais aplicações são essas?**

Mercúrio metálico (Hg₀)

Usado na fabricação de aparelhos: **barômetros, termômetros, manômetros, e lâmpadas fluorescentes.**



Mercúrio inorgânico (Hg₂⁺)

Usado em conservante de vacinas, em cosméticos, sabões clareadores e na composição de agrotóxicos.

Mercúrio orgânico

Combinação entre mercúrio e compostos orgânicos (que contém carbono), formando metil-mercúrio (CH₃Hg) e dimetil-mercúrio ((CH₃)₂Hg).



VOCÊ SABIA?

Certas erupções vulcânicas podem ter mercúrio devido à presença desse elemento na crosta terrestre. O magma formado nas profundezas da Terra pode conter pequenas quantidades de mercúrio de rochas ao redor. Quando ocorre uma erupção, parte desse magma pode ser lançada para a superfície, liberando gases e partículas na atmosfera, incluindo um pouco de mercúrio.

6

APLICAÇÃO DO MERCÚRIO AO LONGO DO TEMPO



Medicina:
Esfigmomanômetros, termômetros, amálgamas dentárias e conservantes de vacinas (timerosal). Descontinuado no século 20.

Indústrias: Petroquímica, Cloro-Soda, Bélica, Papeleira e Farmacêutica. Sendo descontinuado gradativamente até os dias atuais.



Agricultura: uso de agrotóxicos. descontinuado há muitas décadas devido aos riscos ambientais e à saúde associados a esse elemento.



Atividades: Extração primária de mercúrio, Mineração de ouro e Geração de Energia (queima de combustíveis fósseis). Sendo também descontinuado gradativamente até os dias atuais.

Metrologia: Barômetros, higrômetros, termômetros e manômetros. Tais fabricações foram adaptadas para usar outros meios de medição que não envolvem mercúrio líquido.



Eletroeletrônica: Lâmpadas fluorescentes e de vapor de mercúrio, pilhas e baterias. Hoje, trabalham na substituição de produtos contendo mercúrio por opções mais sustentáveis e menos prejudiciais.



É importante destacar que, devido aos impactos ambientais e à toxicidade do mercúrio, muitas destas aplicações foram descontinuadas ou estão sendo substituídas por alternativas mais seguras. Atualmente, o uso do mercúrio é restrito em muitos países devido a preocupações com a saúde e o meio ambiente.

7

IMPACTOS AMBIENTAIS E EM SAÚDE



A ciência elucidou os meios de absorção pelo corpo humano desse metal, que pode ocorrer por inalação, ingestão e através da pele. Uma vez absorvidos, depositam-se nos tecidos ósseos e gordurosos, ou mesmo em células, alterando seu funcionamento natural.

Devido a seu potencial bioacumulativo, pode provocar doenças como lesões no cérebro, disfunções renais e/ou pulmonares.



Você já parou para pensar os problemas que a água contaminada com mercúrio pode causar a população, que muitas vezes não tem conhecimento da situação, e utiliza essa água para fins variados?

8

COMO EVITAR A CONTAMINAÇÃO?



A existência de órgãos de fiscalização mais atuantes, que se preocupem com o meio ambiente e a sustentabilidade, se faz necessária uma vez que a legislação por si só não garante o cumprimento de tal.



É de grande importância que nós também façamos a nossa parte, mantendo limpo o ambiente em que vivemos e pensando na conservação dos recursos para que a geração futura consiga, finalmente, viver em harmonia com a natureza.



SABIA QUE PODE INICIAR ESSE PROCESSO DE MUDANÇA DENTRO DA SUA CASA?

Ações como:

- »»» Descarte correto de lixos comuns e medicamentos, de acordo com as cores e as finalidades das lixeiras;
- »»» Reutilização de materiais recicláveis;
- »»» Utilização das sobras orgânicas de alimentos para compostagem; etc.

Essas ações não irão mudar o cenário da contaminação da lagoa por mercúrio, mas com certeza irá trazer melhorias à sua vida e ao ambiente em que você vive.



REFERÊNCIAS

BETTEGA, Janine Maria Pereira Ramos et al. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, p. 950-954, 2006.

DA CHINA, Sul. A água ideal deve ser rica em Minerais. Aumento de longevidade em regiões da China, Finlândia e outras regiões com água rica em minerais.

DOS SANTOS, Caroline Gonçalves; ALCIDES, Melissa Mota. Entre riscos: o futuro dos refugiados ambientais atingidos pela mineração de sal-gema. *Oculum Ensaios*, v. 19, p. 1-25, 2022.

SILVEIRA, Sandra Sulamita B.; SANT'ANNA, Fernando Soares P. *Poluição hídrica*. 1990.

SANTOS, Mayara Costa dos et al. Níveis de elementos potencialmente tóxicos na água e no sururu da Lagoa Mundaú (Alagoas, Brasil): contaminação ambiental e potencial exposição à saúde humana. 2021.

<https://www.cevs.rs.gov.br/mercurio#:~:text=O%20merc%C3%BArio%20%C3%A9%20um%20elemento,merc%C3%BArio%20e%20cadeias%20de%20carbono>.

KEMERICH, P. D. C. et al. Impactos Ambientais Decorrentes de Disposição Inadequada de Lixo Eletrônico no Solo. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 10, n. 2, p. 208-219, mar./abr. 2013. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=900&layout=abstract&locale=>>. Acesso em: 20, jul. 2023.

Santos, Mayara Costa dos. Níveis de elementos potencialmente tóxicos na água e no sururu da lagoa Mundaú (Alagoas, Brasil) : contaminação ambiental e potencial exposição à saúde humana. 2021. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Química e Biotecnologia, Programa de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

MORAES, R. F. AGROTÓXICOS NO BRASIL: PADRÕES DE USO, POLÍTICA DA REGULAÇÃO E PREVENÇÃO DA CAPTURA REGULATÓRIA. Ipea. p. (7-76).

PAVIANI, A. Urbanização: Impactos Ambientais da População. *Rev. bioét.(Impr.)*. [Internet]. 5º de novembro de 2009 [citado 13º de agosto de 2023];4(2). Disponível em: http://revistabioetica.cfm.org.br/revista_bioetica/article/view/414.

PAULO, R. F. DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL E O CRESCIMENTO POPULACIONAL COMO FATORES GERADORES DO IMPACTO AMBIENTAL. *Veredas do Direito, Belo Horizonte*, v.7, n.13/14, p.173-189. Jan/Dez, 2010. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/270203222.pdf>>. Acesso em: 13, ago. 2023.



GOSTOU DO CONTEÚDO?

QUE TAL DEIXAR SEU FEEDBACK FORMATIVO ATRAVÉS
DO PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO ABAIXO?

OBS:
Não esquecer de
especificar se é
professor ou aluno!

