



I Workshop do Comitê Itapocu  
*Contaminação de  
Águas Superficiais*

# CONSEQUÊNCIAS DA CONTAMINAÇÃO DOS RIOS POR METAIS PESADOS

**Daniela Queiroz Damasceno**

Eng. Sanitarista, Ambiental & de Segurança do Trabalho

Jaraguá do Sul (SC), novembro/2016.





# I Workshop do Comitê Itapocu

## Contaminação de Águas Superficiais

### Histórico

- **Século XVII:** Preocupação com o meio ambiente em Regiões do Reino Unido próximas de áreas de extração de carvão.
- **1872:** Periódico inglês *Nature*, faz uma minuciosa análise da qualidade do ar nas cidades inglesas de Londres e Manchester, inclusive apontando para as altas concentrações de SO<sub>2</sub> observadas naquelas atmosferas urbanas.
- **1952:** Um intenso nevoeiro causou cerca de 4 mil mortes e mais de 20 mil casos de doença em Londres.





# I Workshop do Comitê Itapocu *Contaminação de Águas Superficiais*

## Histórico

- **1956** Inglaterra: Tais fatos levaram a criação da “Lei do ar puro” que estabeleceu limites para emissão de poluentes e os níveis aceitáveis de qualidade do ar.
  - **1969:** Formalizada a avaliação de impactos ambientais – AIA nos Estados Unidos, difundindo-se internacionalmente.
- **Década de 70:** Legislação ambiental cada vez mais restritiva: preocupação com o destino dos compostos químicos e com a avaliação de risco ambiental.
  - **Década de 80:** a partir de então até os dias de hoje, abraçada pela mídia a questão ambiental passa a ser um tema de discussão em todos os segmentos da sociedade.





# I Workshop do Comitê Itapocu *Contaminação de Águas Superficiais*



Alterações e desequilíbrio das comunidades aquáticas,

Mortandade de organismos vivos;

Transmissão de doenças

Perdas paisagísticas e econômicas



# POLUIÇÃO DA ÁGUA







# Contaminação de Águas Superficiais

## A origem

- Todos os “metais pesados” podem ser solubilizados pela água, podendo gerar danos à saúde devido à toxicidade ou aos potenciais carcinogênicos, mutagênicos ou teratogênicos em função da quantidade ingerida.
- São denominados tóxicos aqueles metais que produzem danos com pequenas quantidades, apresentam seu número atômico maior do que 22, não podem ser destruídos e são altamente reativos do ponto de vista químico.





# Contaminação de Águas Superficiais

## Metais Pesados

- > Elementos essenciais: sódio, potássio, cálcio, ferro, zinco, cobre, níquel e magnésio;
- > Micro contaminantes ambientais: arsênico, chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, titânio, estanho e tungstênio.
- > Elementos essenciais e simultaneamente micro contaminantes: cromo, zinco, ferro, cobalto, manganês e níquel.

Níquel  
28  
Ni  
58,693

Manganês  
28  
Mn  
54,938

Chumbo  
82  
Pb  
202,2

Cádmio  
48  
Cd  
112,41

Cromo  
24  
Cr  
53,546

Mercúrio  
80  
Hg  
200,59

Arsênio  
33  
As  
74,992





# Contaminação de Águas Superficiais

## A origem

- Os metais pesados são provenientes de atividades como a mineração, indústrias das mais diversas, além de disposição final de efluentes e resíduos sólidos.
- Metais tóxicos estão presentes em quantidades diminutas no meio aquático por ação de fenômenos naturais também.





# Contaminação de Águas Superficiais

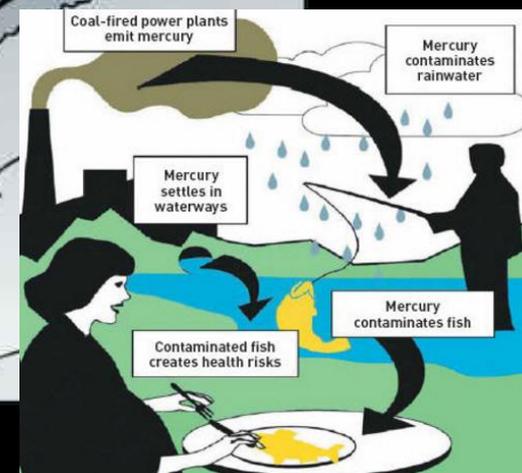
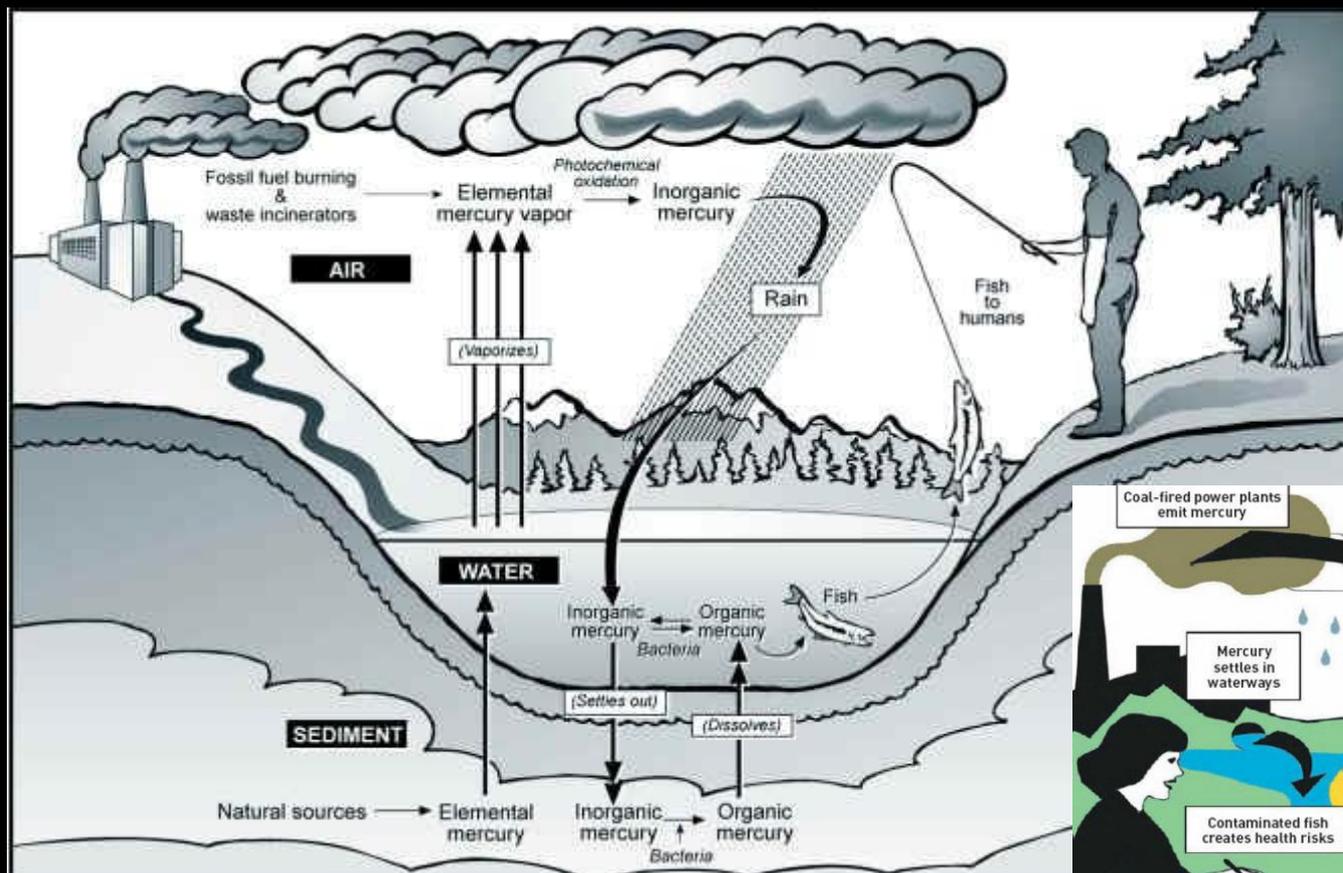
## A origem

Metal	Fontes Principais
<b>Chumbo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- indústria de baterias automotivas, chapas de metal semi-acabado, canos de metal, cable sheating, aditivos em gasolina, munição.</li><li>- indústria de reciclagem de sucata de baterias automotivas para reutilização de chumbo.</li></ul>
<b>Cádmio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- fundição e refinação de metais como zinco, chumbo e cobre</li><li>- derivados de cádmio são utilizados em pigmentos e pinturas, baterias, processos de galvanoplastia, solda, acumuladores, estabilizadores de PVC, reatores nucleares.</li></ul>
<b>Mercúrio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- mineração e o uso de derivados na indústria e na agricultura</li><li>- células de eletrólise do sal para produção de cloro.</li></ul>
<b>Cromo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- curtimento de couros, galvanoplastias.</li></ul>
<b>Zinco</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- metalurgia (fundição e refinação), indústrias recicladoras de chumbo.</li></ul>



# Contaminação de Águas Superficiais

## A origem





# Contaminação de Águas Superficiais

## Consequências

- O contato com metais pesados – seja através da ingestão da água ou de peixes contaminados – pode provocar sérios problemas, como disfunções do sistema nervoso e aumento da incidência de câncer.
- Moradores de áreas contaminadas devem ser acompanhados por um longo tempo, uma vez que os sintomas destas doenças podem levar décadas para aparecer.





# Contaminação de Águas Superficiais

## Consequências

- Nos organismos aquáticos, a ação tóxica dos metais pode causar a morte de espécies ou a bioacumulação, que potencializa o efeito nocivo das substâncias através das cadeias alimentares, colocando em risco organismos situados nos topos destas cadeias.
- Estes elementos também se depositam nos sedimentos dos oceanos, contaminando permanentemente a fauna e flora aquáticas.





## Consequências – Chumbo

### Chumbo (Pb)

- É um metal pesado perigoso na sua forma dissolvida, pois assim, está disponível para ser assimilado pela biota aquática.
- Não sendo essencial ao metabolismo celular, é tóxico mesmo em pequenas concentrações.
- Polui o solo, a água e o ar e desta forma contamina os organismos vivos, devido a seu efeito bioacumulativo, em toda a cadeia alimentar (trófica).



# I Workshop do Comitê Itapocu *Contaminação de Águas Superficiais*

## Consequências – Chumbo





## Consequências – Chumbo

### Chumbo (Pb)

- Em peixes, uma contaminação por chumbo pode provocar **lesões nas brânquias e inibições nas trocas de oxigênio/gás carbônico.**
- O homem quando ingere animais contaminados por chumbo também bioacumula o metal, podendo apresentar alterações no sistema nervoso, sanguíneo e problemas renais, além de poder contrair o saturnismo, que pode provocar o retardamento mental e anemia em crianças .



## Consequências – Mercúrio

### Mercúrio (Hg)

- O mercúrio combina-se fortemente com proteínas dos seres vivos, e age especificamente sobre os tecidos dos rins, destruindo a capacidade destes órgãos de remover do sangue toxinas indesejáveis.
- Provoca perda de coordenação dos movimentos, dificuldade no falar, comer e ouvir, além de atrofia e lesões renais, urogenital e endócrino.





## Consequências – Mercúrio

### Mercúrio (Hg)

- A intoxicação por mercúrio pode causar a destruição de células nervosas, gerando paralisia, irritabilidade, insanidade e depressão.
- Alterações em órgãos do sistema cardiovascular.
- No âmbito do plâncton o mercúrio reduz a fotossíntese deste organismo.
- Outras fontes de contaminação por mercúrio são os termômetros e barômetros jogados no lixo e resíduos de clínicas odontológicas.



## Consequências – Mercúrio

### MERCÚRIO (Mg)

#### □ SINTOMAS

- Dor intensa, vômitos, coloração acinzentada da boca e faringe, sangramento das gengivas, sabor metálico na boca, ardência no trato digestivo, diarreia severa ou sanguinolenta, estomatite, glossite.

#### □ TRATAMENTOS

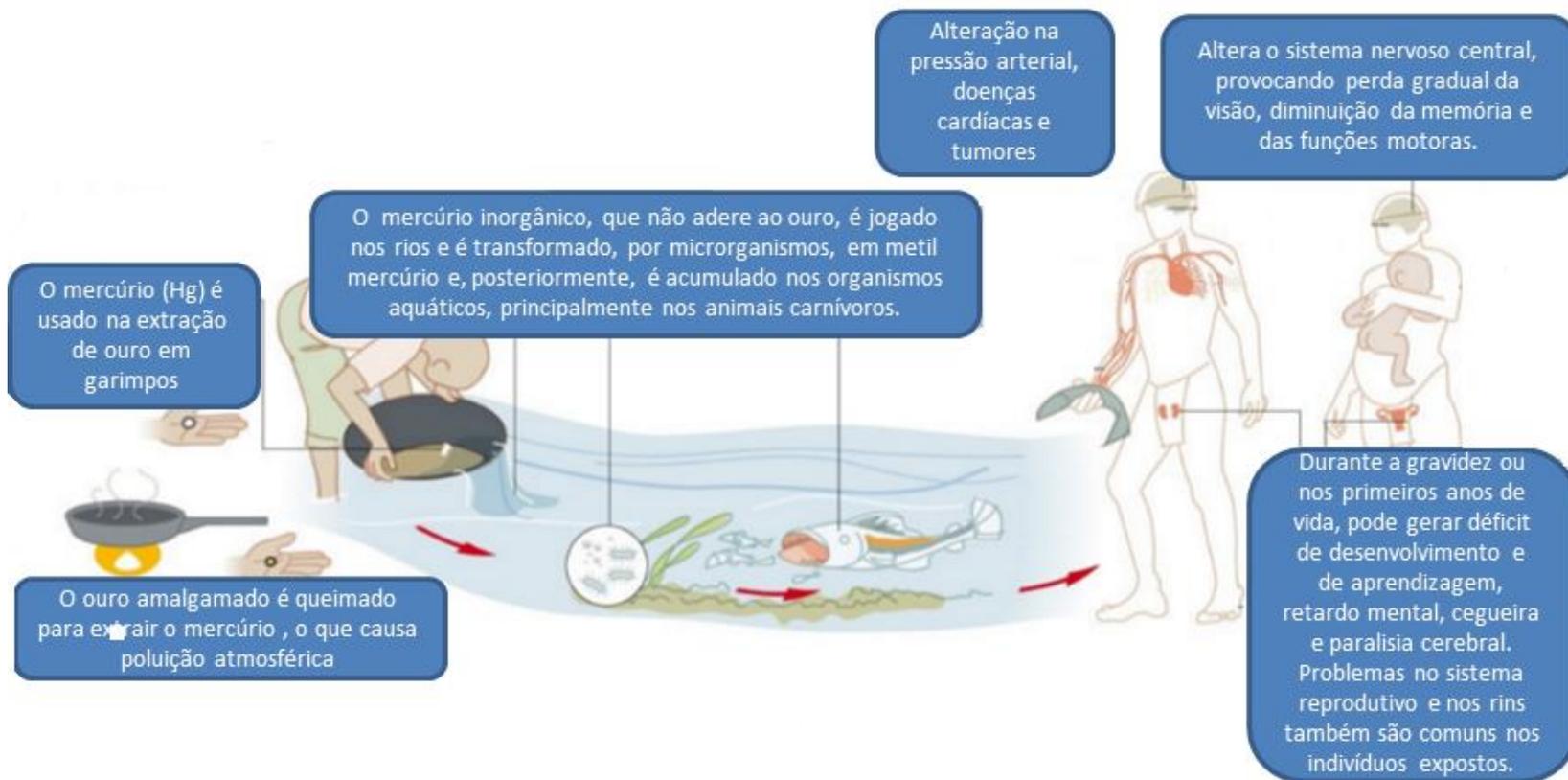
- O diagnóstico dessa patologia é difícil, uma vez que a sintomatologia sugere diversas outras doenças.



# I Workshop do Comitê Itapocu

## Contaminação de Águas Superficiais

### Mercúrio





# I Workshop do Comitê Itapocu *Contaminação de Águas Superficiais*

## **Mercúrio**





Cerca de 400 toneladas de mercúrio foram despejados na baía da cidade durante 20 anos



# I Workshop do Comitê Itapocu *Contaminação de Águas Superficiais*

## Minamata



*Baía de Minamata atualmente*  
(Foto: Cortesia do Museu Municipal sobre a Doença de Minamata)





# I Workshop do Comitê Itapocu

## Contaminação de Águas Superficiais

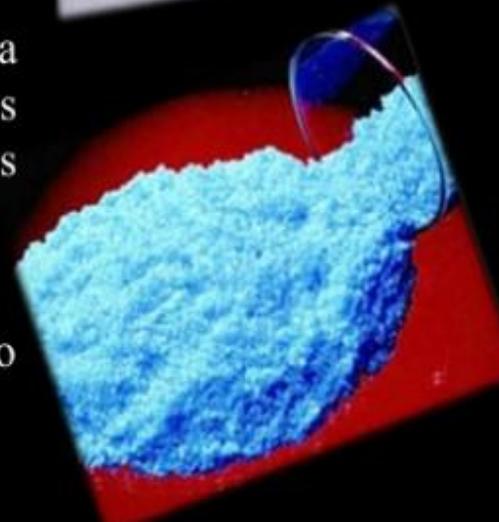
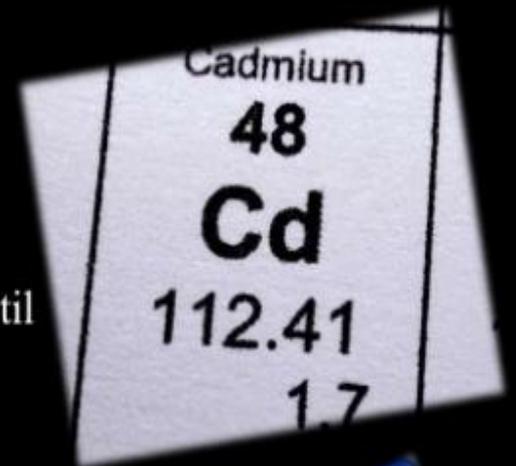
### Minamata



## Consequências – Cádmio

### CÁDMIO (Cd)

- Metal branco azulado, macio e dúctil à temperatura ambiente;
- Amplamente distribuído pela crosta terrestre, com ↑ concentrações encontradas em rochas sedimentares e fosfatos marinhos;
- Com um brilho muito semelhante ao da prata.





## Consequências – Cádmio

### Cádmio (Cd)

- A exposição ao cádmio causa sintomas parecidos aos de envenenamento por alimentos.
- A acumulação deste metal no homem produz problemas de metabolismo do cálcio, acompanhado de descalcificação, reumatismo, nevralgias e problemas cardiovasculares.
- Altas concentrações acumuladas nos organismos destroem as hemácias sanguíneas e podem levar a efeitos mutagênicos e teratogênicos.





## Consequências – Cádmio

### Cádmio (Cd)

- Provoca alterações no sistema nervoso central e no sistema respiratório.
- Compromete ossos e rins.
- Ocasional câncer pulmonar e irritação no trato respiratório.
- Afeta o sistema nervoso e os rins.
- Provoca perda de olfato, formação de um anel amarelo no colo dos dentes, redução na produção de glóbulos vermelhos e remoção de cálcio dos ossos.





## Consequências – Cádmio

### Cádmio (Cd)

- Contamina o solo, o ar, a água e o lençol freático.
- É bioacumulativo em toda a cadeia alimentar (trófica), provocando intoxicação nos seres humanos quando ingerirem peixes contaminados com cádmio.
- O acúmulo de cádmio no solo em regiões próximas a minas e fundições pode resultar em altas concentrações nas águas.

## Consequências – Cádmi

### CÁDMIO (Cd)

- ❑ CURIOSIDADE :
- ❑ Os efeitos prejudiciais a saúde humana associados à contaminação com cádmio começou a ser divulgada na década de 40;
- ❑ Doença itai-itai ( Rio Jintsu) – mulheres japonesas que em sua alimentação eram contaminadas por cádmio.





GOVERNO  
DE SANTA  
CATARINA



FATMA  
FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE



CROMO (Cr)



I Workshop do Comitê Itapocu  
*Contaminação de  
Águas Superficiais*

## Consequências – Cromo

### Cromo (Cr)

- O cromo é um metal muito resistente e pouco abundante.
- O cromo é um metal extremamente tóxico na sua forma hexavalente, o qual é lançado no meio aquático por indústrias de diversas origens, como curtumes, cromagem de metais, preparação de corantes, explosivos, cerâmicas e papel, além do tratamento de minerais na metalurgia, em indústrias eletroquímicas de cromados e produtos fotográficos.





CROMO (C)



## Contaminação de Águas Superficiais

O cromo foi empregado principalmente como corante em pinturas.

O cromo é um metal de transição, duro, frágil, de coloração cinza semelhante ao aço, com forma cúbica cristalina, sem odor e muito resistente à corrosão.





## Consequências – Níquel

### Níquel (Ni)

- O Níquel é um metal traço (pouco concentrado) que ocorre em meteoritos e em depósitos naturais, podendo também ser proveniente do derramamento de óleo cru.
- A ingestão de níquel pode causar alterações dos processos metabólicos, problemas respiratórios e dermatites.
- É usado na fabricação de ligas, tais como as usadas na cunhagem de moedas, na obtenção de aço inoxidável e em fios.





## Consequências – Cobre

### Cobre (Cu)

- Concentrações elevadas de cobre representam uma ameaça para a biota aquática, pois **tem uma grande capacidade de se bioacumular em determinados tecidos vivos**, magnificando suas concentrações ao longo da cadeia trófica, atingindo o homem.
- Além disso, pode desestruturar algumas proteínas enzimáticas essenciais ao ser vivo.



## Consequências – Cobre

### Cobre (Cu)

- A toxicidade do cobre aumenta com a sua solubilidade, a adsorção do cobre é influenciada pelas variações de temperatura, salinidade, pH e dureza da água que modificam a permeabilidade dos tecidos agindo sobre a velocidade do metabolismo e, da sua excreção.
- Os compostos de cobre são venenosos e utilizados como fungicidas. Como exemplo, pode-se citar o sulfato de cobre, indicado para controlar diversas enfermidades dos vegetais.



## Consequências – Cobre

### Cobre (Cu)

- é usado em piscinas para impedir o crescimento de algas, e em tintas antiincrustantes para pintura de cascos de embarcações.
- estudos recentes constataram a presença de cobre em todas porções da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul). As fontes de cobre são os efluentes da zona industrial, despejos de água provenientes de esgoto e defensivos agrícolas e nas atividades de mineração.



# I Workshop do Comitê Itapocu *Contaminação de Águas Superficiais*

## Consequências – Cobre



Lagoa dos Patos (RS),





## Consequências – Zinco

### Zinco (Zn)

- Em baixas concentrações é pouco nocivo para mamíferos e peixes, pois tem caráter não-acumulativo e é um nutriente essencial ao metabolismo celular.
- Entretanto, a ingestão de sais de zinco solúveis em altas concentrações pode afetar o tubo digestivo.
- O excesso deste metal bioacumulado pode causar mudanças adversas na morfologia e fisiologia dos peixes.



## Consequências – Zinco

### Zinco (Zn)

- Quando em concentrações altas pode resultar no enfraquecimento geral e alterações histológicas amplas em muitos órgãos.
- As indústrias que mais lançam zinco no meio hídrico são as metalúrgicas, de galvanoplastia, de tintas e inseticidas, farmacêuticas, de produtos luminescentes e de fibras, além de rejeitos da atividade de mineração e de efluentes domésticos não- tratados.



# Contaminação de Águas Superficiais





# Contaminação de Águas Superficiais

## ARSÊNIO (As)

Basta uma dose de 140 miligramas de arsênio inorgânico trivalente para causar a morte de um ser humano adulto por dano à respiração celular, em poucas horas ou dias. O arsênio pode induzir a produção de metalotioneína, uma proteína que se liga a esse metal e também ao cádmio, mercúrio e a muitos metais essenciais.





- O desastre de Mariana (MG):  
Grupo Vale do Rio Doce/Samarco, 2015.

# Contaminação de Águas Superficiais

## Estudo de Caso

Panorâmica da área minerada com foco na barragem que se rompeu





# Contaminação de Águas Superficiais

## Estudo de Caso

Panorâmica da área minerada com foco na barragem que se rompeu





# Contaminação de Águas Superficiais

## Estudo de Caso

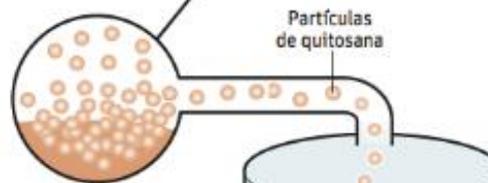


## Tratamentos alternativos

### SIRI SALVADOR

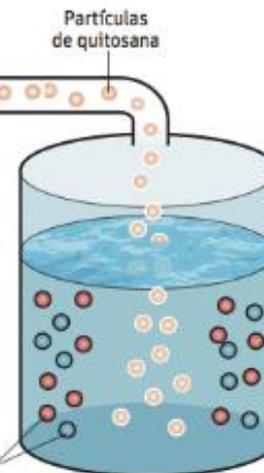
Como substância de casca de crustáceos pode despoluir a água

**1** A matéria-prima do processo é a quitosana, que ajuda a compor o esqueleto externo de siris, camarões e outros crustáceos

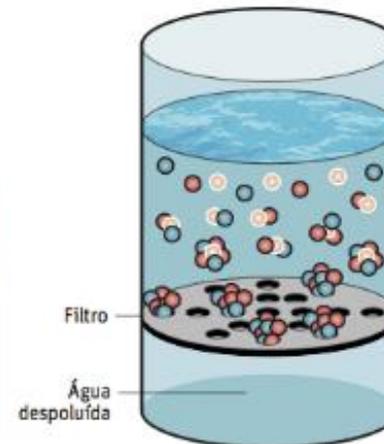


**2** Transformada em pó e alterada quimicamente, a nova versão da molécula é colocada em água contaminada com metais pesados

Partículas de metais como chumbo e cobre



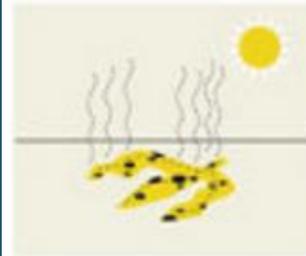
**3** Os metais, então, grudam na quitosana modificada, e o conjunto pode ser retirado da água por filtragem



Obs.: Representação apenas esquemática



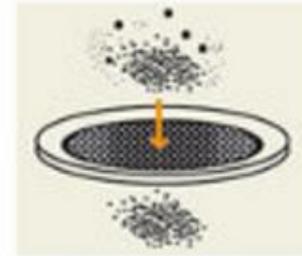
## Tratamentos alternativos



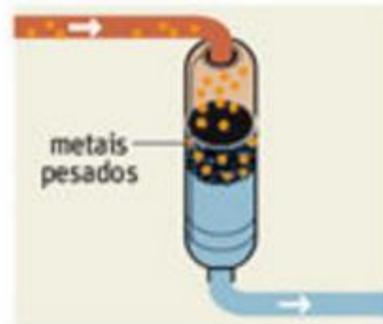
**1** A casca da banana é colocada em assadeiras e fica sob o sol para "secar" durante quase uma semana



**2** Depois de "torrado", esse material é moído até virar um pó fino, mais fácil de ser trabalhado



**3** O pó passa então por uma peneira especial, para que as partículas fiquem com o mesmo tamanho



**4** Esse material é misturado com a água contaminada e, depois, agitado. Com isso, os metais se ligam ao pó



**5** O percentual de descontaminação da água é de, no mínimo, 65%. O processo também pode ser repetido





Uma bactéria naturalmente resistente a metais pesados está sendo utilizada em pesquisa da USP, para criar uma linhagem de microrganismos modificada geneticamente, capaz de reter partículas metálicas e fazer a biorremediação de ambientes.

I Workshop do Comitê Itapocu  
*Contaminação de  
Águas Superficiais*

## Tratamentos alternativos





I Workshop do Comitê Itapocu  
*Contaminação de  
Águas Superficiais*



Pequeno planeta redondo  
Em um grande universo  
Às vezes parece abençoado  
Às vezes parece maldito  
Depende obviamente do que você olha  
Mas depende sobretudo da maneira como você vê  
Bruce Cochburn

