

Pressões ambientais – contaminação por elementos potencialmente tóxicos

- Efeitos dos metais tóxicos nos organismos e impacto na cadeia alimentar
- Vias de contaminação e processos de fitorremediação

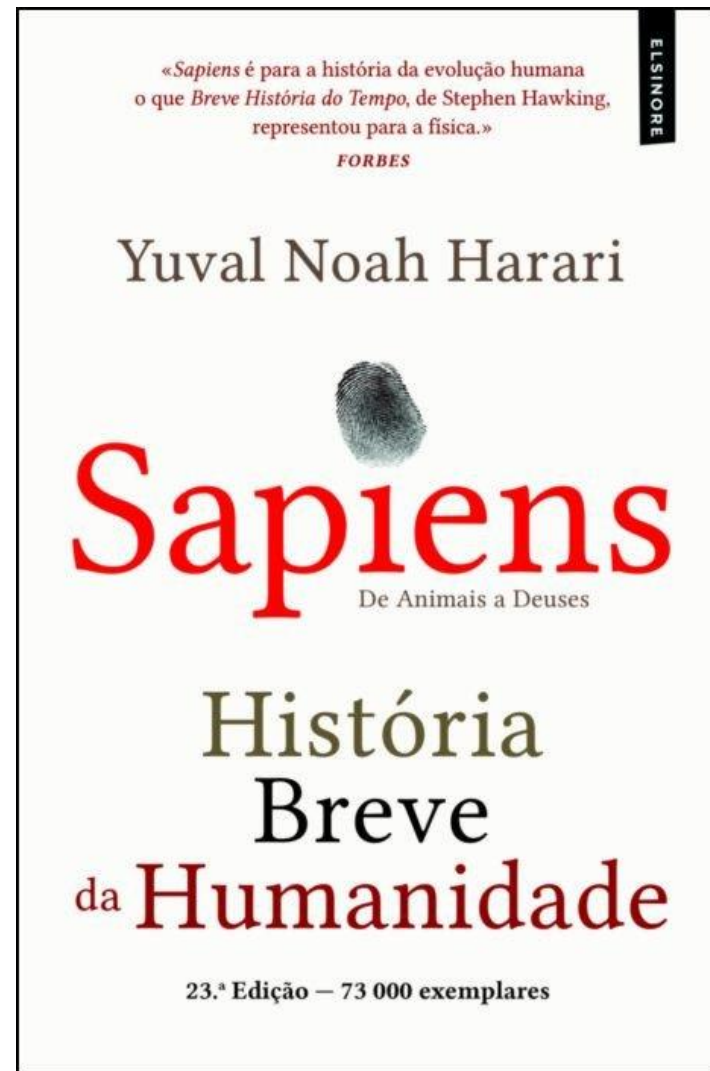
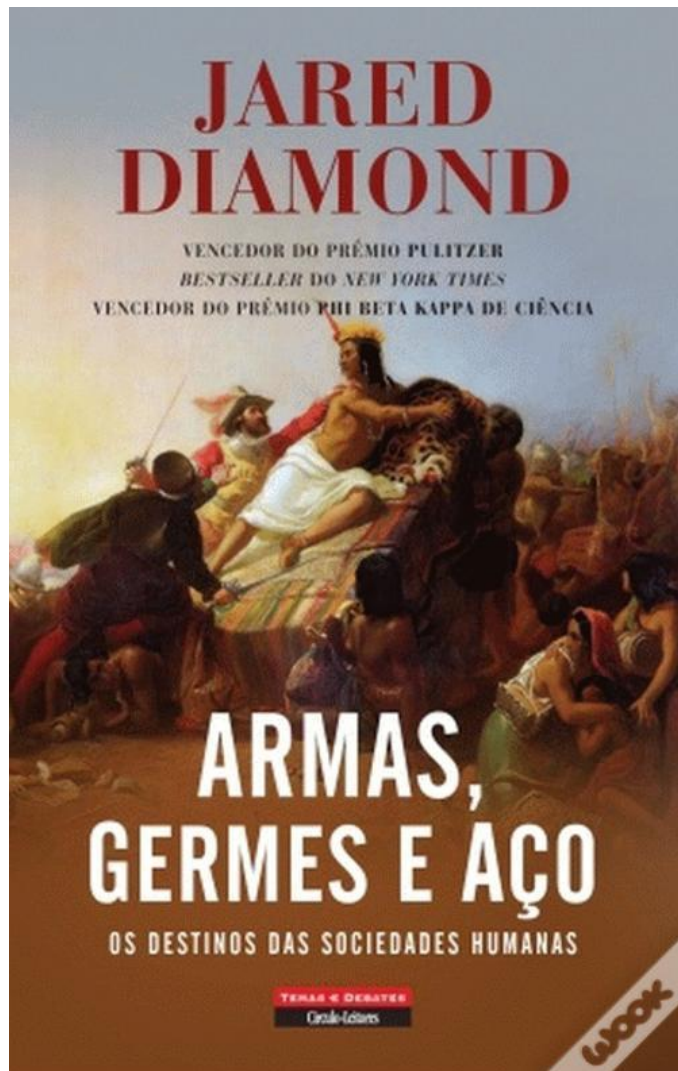
Ambiente, Recursos e Sociedade

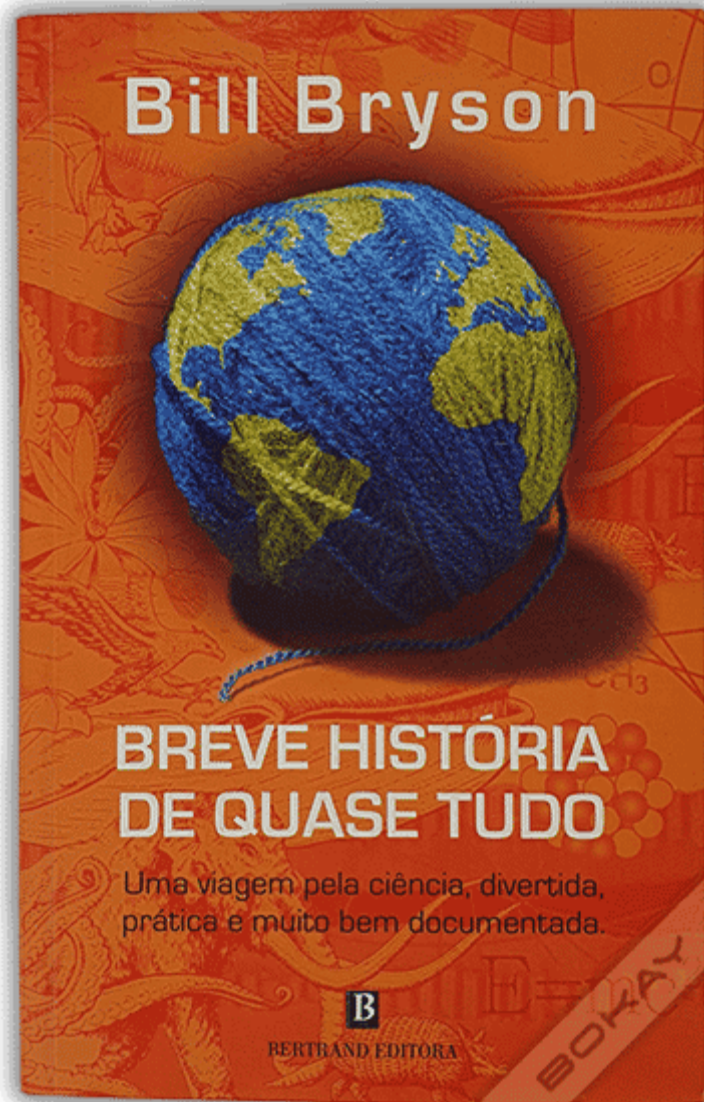
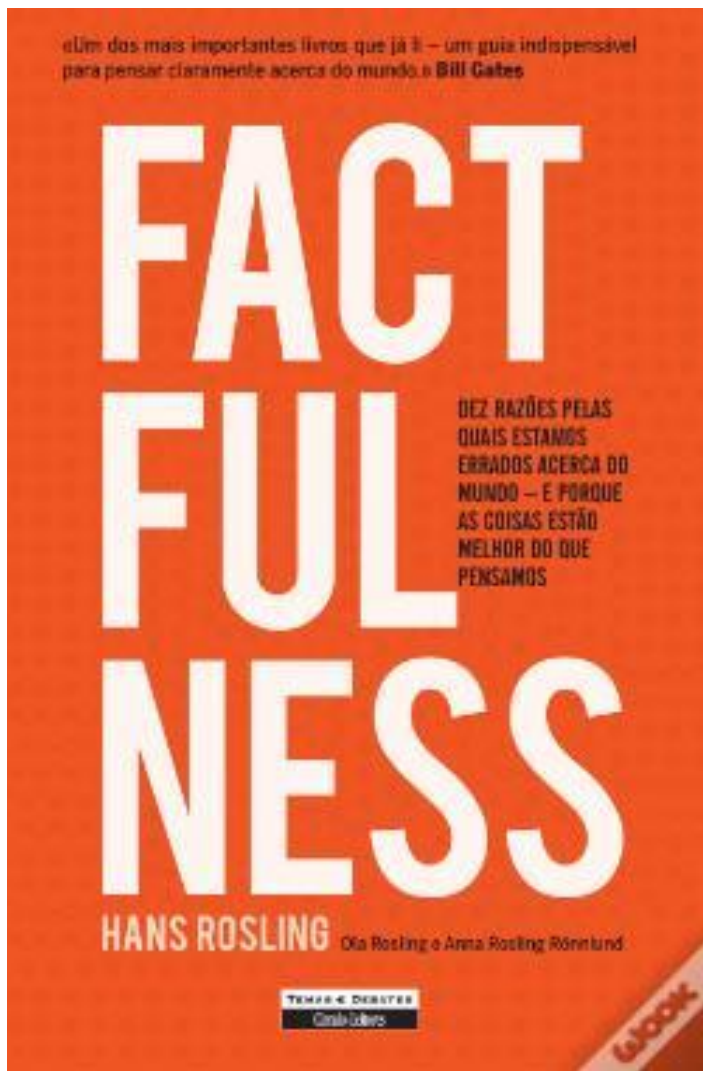
Licenciatura em Engenharia do Ambiente

Maria Luísa Louro Martins, Miguel Pedro Mourato

2021/2022

luisalouro@isa.ulisboa.pt
mmourato@isa.ulisboa.pt





UMA VISÃO REVOLUCIONÁRIA SOBRE
O AMBIENTE E O MUNDO

CALMA!

COOL IT
Bestseller Internacional

BJORN LOMBORG

UMA DAS 50 PERSONALIDADES
QUE PODEM SALVAR O MUNDO — *GUARDIAN*

UM DOS LIVROS MAIS FALADOS
E INFLUENTES DO NOSSO TEMPO

«Lomborg questiona e desafia muitos
dos alarmismos que Al Gore levanta
sobre o aquecimento global.»
Financial Times



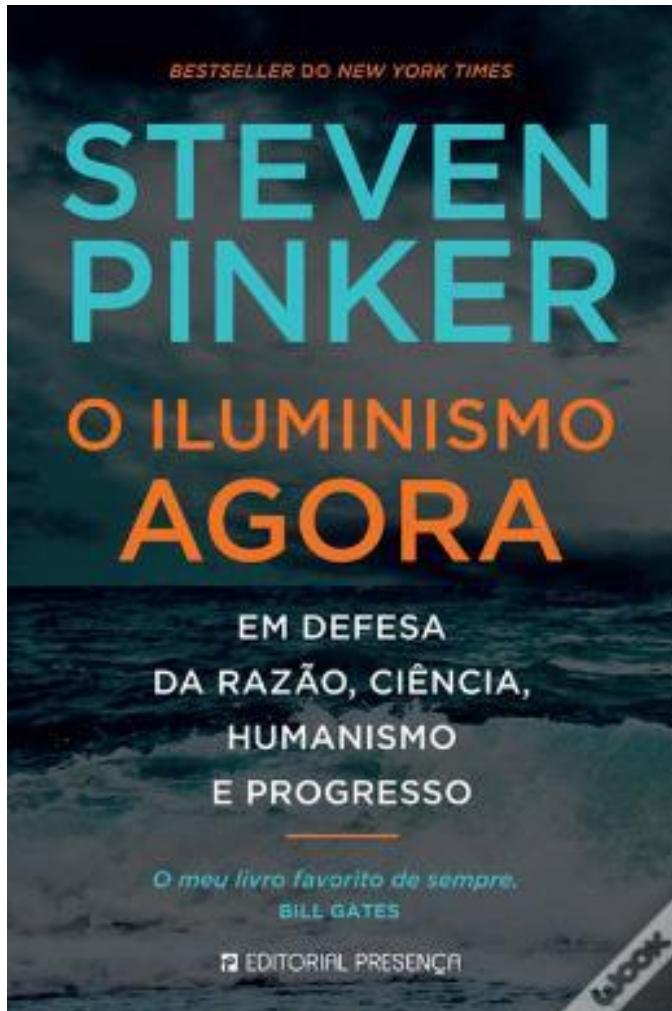
 estrelapolar

BILL GATES COMO EVITAR UM DESASTRE CLIMÁTICO

AS SOLUÇÕES QUE TEMOS
E AS INOVAÇÕES NECESSÁRIAS


COMPANHIA DAS LETRAS

<https://www.publico.pt/2022/09/25/azul/noticia/rachel-carson-desafiou-industria-quimica-ha-60-anos-faznos-falta-ler-hoje-primavera-silenciosa-2021334>



PESTICIDAS

Rachel Carson desafiou a indústria química há 60 anos. Faz-nos falta ler hoje *Primavera Silenciosa*?

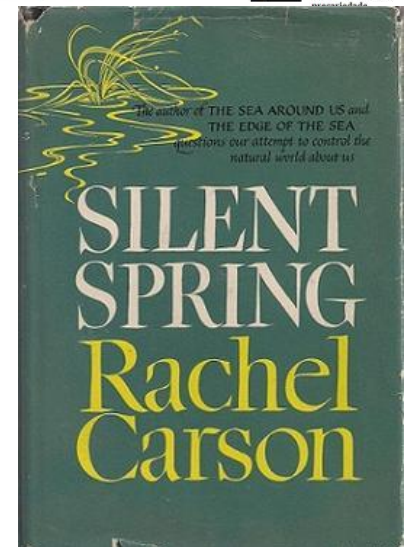
MAIS POPULARES

Há seis décadas, o *Primavera Silenciosa* alertava-nos para como o uso excessivo de pesticidas estava a destruir ecossistemas e a própria saúde humana. O livro de Rachel Carson impulsionou a proibição do DDT e o movimento ambientalista. Hoje, está indisponível em Portugal. O que esta obra nos pode ensinar em tempos de crise climática?

Andréia Azevedo Soares
25 de Setembro de 2022, 7:23

⌂ Ouça este artigo aqui

EXCURSO: TRABALHO
O quiet quitting não é apenas mais uma moda das redes sociais. É reacção a

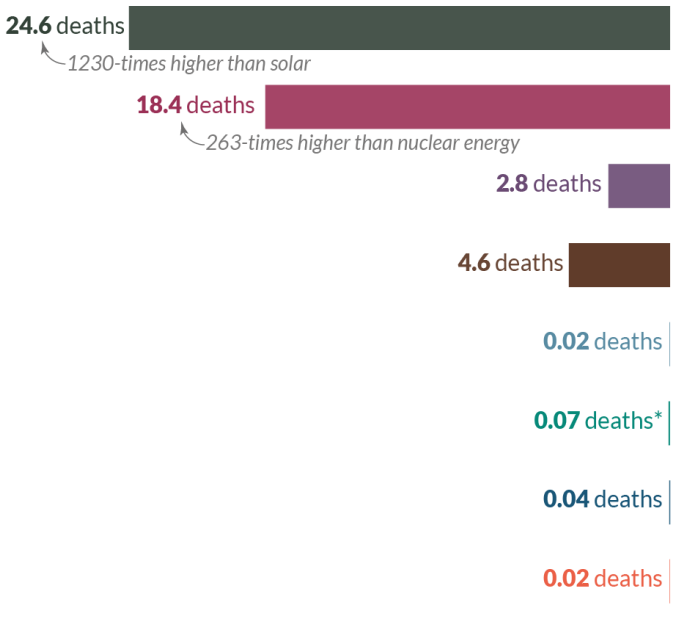


1962

What are the **safest** and **cleanest** sources of energy?

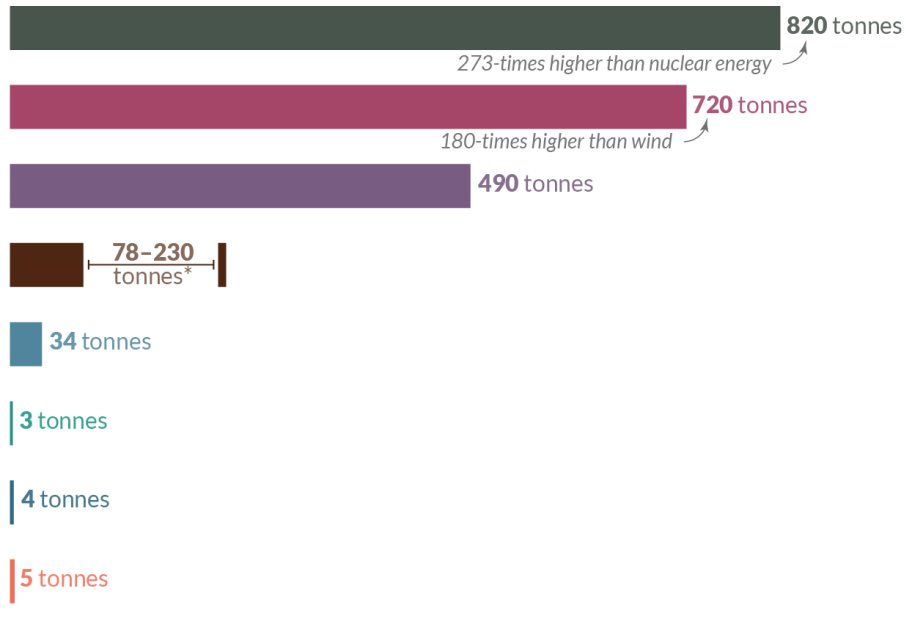
Death rate from accidents and air pollution

Measured as deaths per terawatt-hour of energy production.
1 terawatt-hour is the annual energy consumption of 27,000 people in the EU.

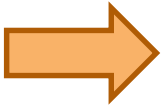


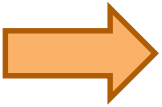
Greenhouse gas emissions

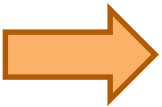
Measured in emissions of CO₂-equivalents per gigawatt-hour of electricity over the lifecycle of the power plant.
1 gigawatt-hour is the annual electricity consumption of 160 people in the EU.

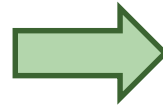


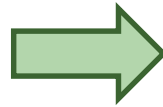
*Life-cycle emissions from biomass vary significantly depending on fuel (e.g. crop residues vs. forestry) and the treatment of biogenic sources.
 *The death rate for nuclear energy includes deaths from the Fukushima and Chernobyl disasters as well as the deaths from occupational accidents (largely mining and milling).
 Energy shares refer to 2019 and are shown in primary energy substitution equivalents to correct for inefficiencies of fossil fuel combustion. Traditional biomass is taken into account.
 Data sources: Death rates from Markandya & Wilkinson (2007) in *The Lancet*, and Sovacool et al. (2016) in *Journal of Cleaner Production*;
 Greenhouse gas emission factors from IPCC AR5 (2014) and Pehl et al. (2017) in *Nature*; Energy shares from BP (2019) and Smil (2017).
 OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world’s largest problems. Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

 Como surgem os metais tóxicos nos solos e no ambiente?

 Quais os problemas causados pelos metais tóxicos nos organismos?

 Como podemos evitar/corrigir este problema?

 Origem e tipo de contaminantes dos solos

 Efeito tóxico no ambiente e nos seres vivos

 Fitorremediação, aplicações e técnicas de fitorremediação



O problema existe...



PAÍS / AÇORES

Observador

Seguir

Siga o tópico Açores e receba um alerta assim que um novo artigo é publicado.

Agência Lusa
Texto

19 nov 2021, 19:01 2



Base das Lajes. Parlamento pede esforços para "retoma urgente" de descontaminação de solos pelos EUA

A descontaminação dos solos e aquíferos levada a cabo pelos EUA, cuja força aérea ocupa a base das Lajes, no concelho da Praia da Vitória, ilha Terceira, está parada desde 2018.



aut
Rot
má
qua

O estudo deverá estar concluído no primeiro trimestre de 2010.

encontrarmos.

Derrame tóxico na Hungria causa desastre ambiental sem precedentes

Out, 2010



“erro humano esteve na causa do rebentamento de um depósito de resíduos tóxicos”

“esta é a mais grave catástrofe química que o país enfrentou”
(secretário de Estado do Ambiente da Hungria, Zoltán Illés)

O produto resulta da produção de alumínio, é composto por vários elementos prejudiciais à saúde, **como é o caso de elementos corrosivos e chumbo.**

Para produzir uma tonelada de alumínio, geram-se três toneladas desta lama tóxica.



Na Hungria, pelo menos três pessoas morreram e mais de cem adoeceram ou ficaram feridas na sequência da inundação de uma lama tóxica vinda de uma fábrica de alumínio.

Os feridos sofreram queimaduras de diferentes graus ao terem contacto com a substância corrosiva e encontram-se em estado grave (...)

BRASIL

Lamas da barragem de Brumadinho contaminam 305 km do rio Paraopeba

Expedição da SOS Mata Atlântica mediu qualidade da água em 22 locais do rio que atravessa o estado de Minas Gerais.

Lusa e PÚBLICO · 15 de Fevereiro de 2019, 12:38

3 PARTILHAS       

Pelo menos 305 km do rio Paraopeba, no sudeste do Brasil, estão contaminados com resíduos da actividade mineira após ruptura da barragem da empresa Vale em Brumadinho, que fez 166 mortos e 155 desaparecidos.



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

The Extractive Industries and Society

journal homepage: www.elsevier.com/locate/exis



Viewpoint

Displaced by mine waste: The social consequences of industrial risk-taking

John R. Owen*, Deanna Kemp

Centre for Social Responsibility in Mining, University of Queensland, Australia

“If You Think Education Is Expensive, Try Ignorance”

Japan earthquake: Tsunami hits north-east

11 March 2011

Nuclear leak after earthquake in Japan

By David McNeill in Tokyo

Tuesday, 17 July 2007

SHARE | PRINT

A strong earthquake struck central Japan, killing at least eight people, injuring hundreds and causing a fire and radioactive leak at the world's biggest nuclear power plant.

Nuclear leak in Japan quake reactor causes radiation levels to rocket 1250 times normal level in **surrounding seawater**



http://www.wpro.who.int/media_centre/jpn_earthquake/FAQs/faqs_foodcontamination.htm

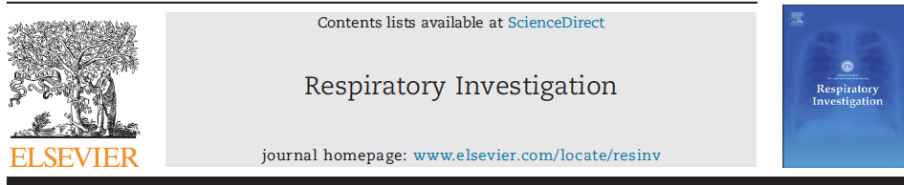


(...) the subsequent detection of radioactivity in certain food samples from neighbouring areas have raised concerns about the safety of food from Japan (...)

(...) The presence of radioactivity in some vegetables and milk has been confirmed (...)

Japan earthquake: Tsunami hits north-east

11 March 2011



Review

Risk of thyroid cancer after the Fukushima nuclear power plant accident



Shunichi Yamashita^{a,b,*}, Shinichi Suzuki^{c,d}

New Scientist, Vol. 217, 2013

Cancer risk still low

CATCHING a flight out of Fukushima in the wake of the nuclear disaster two years ago would have given you a larger dose of radiation than staying put.

This is the upshot of a new report from the World Health Organization estimating that for residents exposed to the radiation leak, the risk of developing cancer has increased only slightly.

People had been most worried about an increase in thyroid cancer, due to exposure to

radioactive iodine. The report says the risk has increased by 70 per cent, but in practice this only adds 0.5 per cent to the existing risk. This would mean that a woman's lifetime risk of getting thyroid cancer might rise from 0.75 to 1.25 if she had been exposed as an infant. The margin of increase for other cancers was much lower.

After Chernobyl, most of the population got a dose of less than 9 millisieverts of radiation over 20 years, says Gerry Thomas at Imperial College London – less than an international flight.

“In contrast, the doses to a vast majority of the population in Fukushima were not high enough to expect to see any increase in incidence of cancer and health effects in the future, however, public concerns about the long-term health effects of radioactive environmental contamination have increased in Japan.”



Global and local cancer risks after the Fukushima Nuclear Power Plant accident as seen from Chernobyl: A modeling study for radiocaesium (¹³⁴Cs & ¹³⁷Cs)

Nikolaos Evangelou^{a,*}, Yves Balkanski^a, Anne Cozic^a, Anders Pape Møller^b

^a Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSC), CEA-UVSQ-CNRS UMR 8212, Institut Pierre et Simon Laplace, L'Orme des Merisiers, F-91191 Gif sur Yvette Cedex, France
^b Laboratoire d'Ecologie, Systématique et Evolution, CNRS UMR 8079, Université Paris-Sud, Bâtiment 362, F-91405 Orsay Cedex, France

Radiation risks from Fukushima were more enhanced near the plant, while the evacuation measures were crucial for its reduction. According to our estimations, 730–1700 excess cancer incidents are expected of which around 65% may be fatal, which are very close to what has been already published (see references therein). Finally, we applied the same calculations using the DDREF (Dose and Dose Rate Effectiveness Factor), which is recommended by the ICRP, UNSCEAR and EPA as an alternative reduction factor instead of using a threshold value (which is still unknown). Excess lifetime cancer incidents were estimated to be between 360 and 850, whereas 220–520 of them will be fatal. Nevertheless, these numbers are expected to be even smaller, as the response of the Japanese official authorities to the accident was rapid. The projected cancer incidents are much lower than the casualties occurred from the earthquake itself (N20,000) and also smaller than the accident of Chernobyl.

AMBIENTE

Ministério Público pede condenações por crime ambiental em São Pedro da Cova

Responsáveis por deposição de resíduos perigosos nas escombreyras das minas da vila mineira "tinham todas as condições para saber" qual a perigosidade dos resíduos, disse procurador.

Mariana Correia Pinto · 14 de Fevereiro de 2019, 20:12

122 PARTILHAS



Na pequena vila a cerca de vinte quilómetros do Porto enterrou-se há vinte anos “um problema ambiental gravíssimo”. Nas escombreyras das minas, foram depositados pela Siderurgia Nacional, entre 2001 e 2002, centenas de toneladas de resíduos industriais. “Não se vêem nem se sentem” mas são fardo pesado para as gentes da freguesia, diz Pedro Miguel Vieira, presidente da junta de freguesia de [São Pedro da Cova](#) e Fânzeres.

A remoção dos resíduos perigosos teve início em Outubro de 2014. Durante oito meses foram retiradas **105 mil toneladas de metais pesados** das antigas minas. Mas, tempos depois, descobria-se que [ainda havia vestígios do material ali depositado](#) pela empresa industrial Siderurgia Nacional, que laborou na Maia entre 1976 e 1996. Um [novo concurso público internacional](#) foi lançado e, em 2017, o ministro do Ambiente, João Pedro Matos Fernandes, anunciava que as 125 mil toneladas excedentes seriam retiradas no ano seguinte. Mas o imbróglio não se desfazia. Em Abril de 2018 uma nova data era avançada: o início da remoção estava previsto para esse ano e 2019 marcaria o desfecho do assunto.

AMBIENTE

Rios ibéricos contaminados com pesticidas, herbicidas e metais pesados

Espanha utiliza quase 80 milhões de quilos de agrotóxicos, com destaque para o herbicida glifosato, e desconhece-se o impacto para Portugal vindo através dos caudais dos rios Minho, Douro, Tejo e Guadiana.

Carlos Dias

21 de Abril de 2022, 6:33

Efeitos em Portugal

O impacto da carga poluente nas bacias dos rios ibéricos reveste-se de uma preocupação acrescida: a sua eventual extensão ao território português está por aferir. O PÚBLICO solicitou à Agência Portuguesa do Ambiente (APA) um conjunto de esclarecimentos sobre a qualidade das massas de água em Portugal, mas não houve resposta. No entanto, vários documentos editados pela APA revelam uma persistente degradação do meio hídrico nacional.

O grau de contaminação assume maior dimensão na **bacia hidrográfica do Guadiana**. Os dados fornecidos pelo Miterd referem que cerca de 22% das substâncias analisadas na matriz hídrica utilizaram limites de quantificação superiores aos indicados pela directiva-quadro da água e pela regulamentação espanhola. O poluente com maior impacto é o herbicida glifosato, mas os parâmetros de mercúrio, cádmio e chumbo, o pesticida dicofol e o hidrocarboneto aromático policíclico benzo (G,H,I) perileno excedem os limites.

SAÚDE

Quatro concelhos ultrapassam limites de arsénio na água

Lusa

23 de Novembro de 2007, 10:12

🔔 Receber alertas

AMBIENTE

Depósito de resíduos perigosos junto ao estuário do Sado é maior do que o do Vale da Rosa

Na Mitrena, em zona protegida à beira-rio, há montes maiores e mais antigos do mesmo material classificado como perigoso.

Francisco Alves Rito

16 de Março de 2021, 7:13

🔔 Receber alertas

PORTO

Metais pesados detectados em hortas urbanas e pastagens do Grande Porto

A coordenadora do estudo revela que "os níveis de chumbo observados nos solos são superiores àqueles observados em área rurais em Portugal".

Lusa

21 de Julho de 2014, 12:21

🔔 Receber alertas

AMBIENTE

Níveis de fósforo no Tejo chegam a ser três vezes superiores ao limite

Cádmio e chumbo também têm concentrações preocupantes, sobretudo nas albufeiras junto à fronteira com Espanha

PÚBLICO

22 de Março de 2017, 9:55

AMBIENTE

Água para consumo em Sines regista valores de chumbo acima do máximo admissível

Carlos Dias

1 de Junho de 2010, 12:14

 Receber alertas

SAÚDE

Crianças portuguesas não vivem em casas saudáveis, diz relatório da UNICEF

Portugal surge na 25.^a posição em 39 países no que toca às condições ambientais para as crianças em particular, nomeadamente a poluição do ar e da água e a presença de chumbo no sangue. Uma em cada cinco crianças portuguesas é exposta a humidade e bolor em casa.

Lusa

24 de Maio de 2022, 9:32

 Receber alertas

SOBRE O PROGRAMA

EPISÓDIOS

REVER NO RTP PLAY



GÉNEROS

DEBATES

INFORMAÇÃO ADICIONAL



A Nova Era do Lítio

Episódio 28 de 43 Duração: 190 min

Vem aí a revolução energética e passa pelo lítio. O recurso natural mais procurado existe em Portugal e gera polémica. Deve abrir-se a fileira industrial? Ou pelo contrário, não se mexe no património ambiental? O secretário de Estado João Galamba, cientistas, autarcas e populações, juntos em debate, em direto da Fundação de Serralves.

World Mine Production and Reserves: Reserves for Brazil, Chile, China, and Zimbabwe were revised based on new information from Government and industry sources.

	Mine production		Reserves ⁶
	2017	2018 ^e	
United States	W	W	35,000
Argentina	5,700	6,200	2,000,000
Australia	40,000	51,000	⁷ 2,700,000
Brazil	200	600	54,000
Chile	14,200	16,000	8,000,000
China	6,800	8,000	1,000,000
Portugal	800	800	60,000
Namibia	—	500	NA
Zimbabwe	800	1,600	70,000
World total (rounded)	⁸ 69,000	⁸ 85,000	14,000,000

World Resources: Owing to continuing exploration, lithium resources have increased substantially worldwide and total about 62 million tons. Identified lithium resources in the United States—from continental brines, geothermal brines, hectorite, oilfield brines, and pegmatites—are 6.8 million tons. Identified lithium resources in other countries have been revised to 55 million tons. Identified lithium resources in Argentina are 14.8 million tons; Bolivia, 9 million tons; Chile, 8.5 million tons; Australia, 7.7 million tons; China, 4.5 million tons; Canada, 2 million tons; Mexico, 1.7 million tons; Czechia, 1.3 million tons; Congo (Kinshasa), Russia, and Serbia, 1 million tons each; Zimbabwe, 540,000 tons; Mali and Spain, 400,000 tons each; Brazil and Germany, 180,000 tons each; Peru and Portugal, 130,000 tons each; Austria, 75,000 tons; Finland and Kazakhstan, 40,000 tons each; and Namibia, 9,000 tons.

Casos: a banana tem radioactividade



<http://en.wikipedia.org/wiki/Banana>

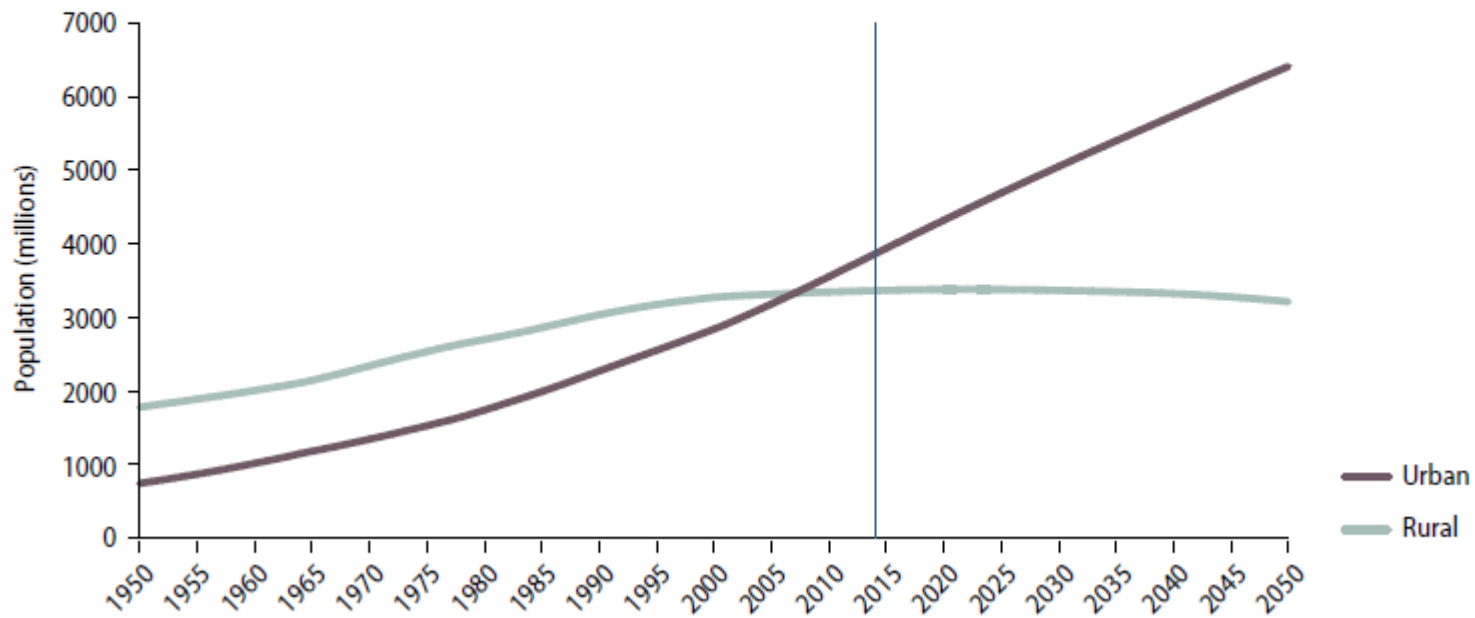
- Bananas are naturally slightly radioactive, because of their **high potassium content**, and the small amounts of the **isotope potassium-40 found in naturally occurring potassium**
- Proponents of nuclear power sometimes refer to the **banana equivalent dose of radiation** to support their arguments.
- Banana shipments often set off the radiation monitors installed at US ports to detect illegal shipments of radiologic materials.

Urban gardens / Hortas Urbanas



Figure 2.
Urban and rural population of the world, 1950–2050

A majority of the world's population lives in urban areas



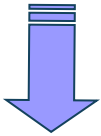
Contaminante vs Poluente

Contaminante do solo

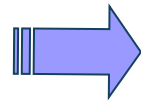
Substância presente numa quantidade superior ao que seria de esperar sem que cause necessariamente danos no ecossistema (Varenes 2003)

Poluente do solo

Substância que se encontre fora do seu local habitual ou em quantidade superior ao normal, desde que tenha consequências negativas num organismo (Varenes 2003)



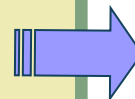
Quais as consequências da presença de contaminantes/ poluentes no solo



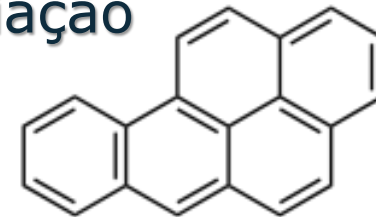
- constituir risco ecológico de sobrevivência dos seres vivos
- causar quebras de produtividade das culturas
- gerar plantas/alimentos e águas contendo substâncias nocivas
- causar deterioração da qualidade do ar, do ambiente, e das águas subterrâneas e superficiais

Contaminantes orgânicos

- Geralmente produzidos pela actividade humana (utilização de combustíveis fósseis, minas, aplicação de fertilizantes e adubos químicos, pesticidas, etc.)
- Muitos são tóxicos e carcinogénicos



Dioxinas e PAH (hidrocarbonetos aromáticos policíclicos) podem ser degradados no solo pelas plantas ou ser removidos por fitorremediação



Benzopireno (PAH)



Fitorremediação usada para remoção de elementos químicos vestigiais

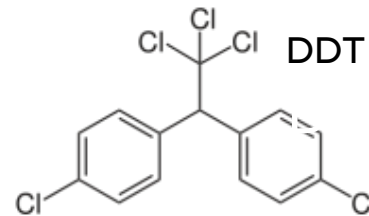
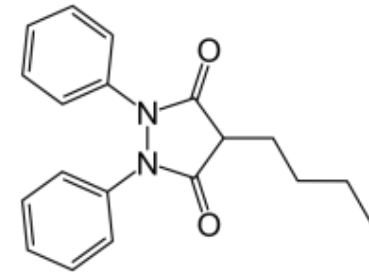
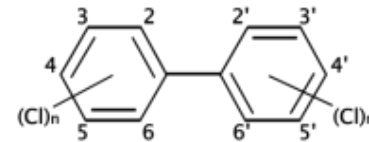
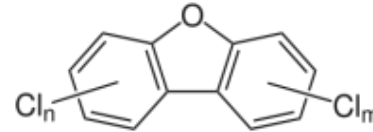
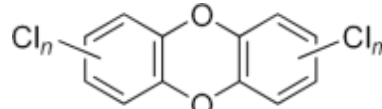
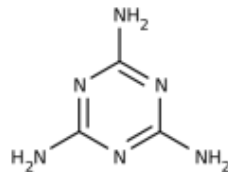
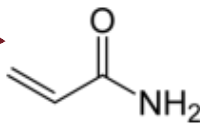
Contaminantes inorgânicos

- Podem existir como elementos naturais nos solos e atmosfera ou resultar da actividade humana
- Em quantidades elevadas são tóxicos
- Não são degradados no solo

CONTAMINANTS

Organic

- **Dioxins (Polychlorinated dibenzo-p-dioxins)** - *In 1999, high levels of dioxins were found in poultry and eggs from Belgium!*
- **Polychlorinated dibenzofurans**
- **Polychlorinated biphenyls (PCBs)** - *Yusho disaster (Japan, 1968), Yu-Cheng disaster (Taiwan, 1978)*
- **Veterinary drug residues** - *Phenylbutazone or 'bute' – which is legally used to treat sore joints in horses but outlawed from entering the human food chain - was detected by the FSA in five cases at UK abattoirs in 2012.*
- **Pesticides residues**
- **Acrylamide**
- **PAHs**
- > **Melamine** (Melamine is sometimes unethically added to food products in order to increase the apparent protein content (ex. Kjeldahl method).

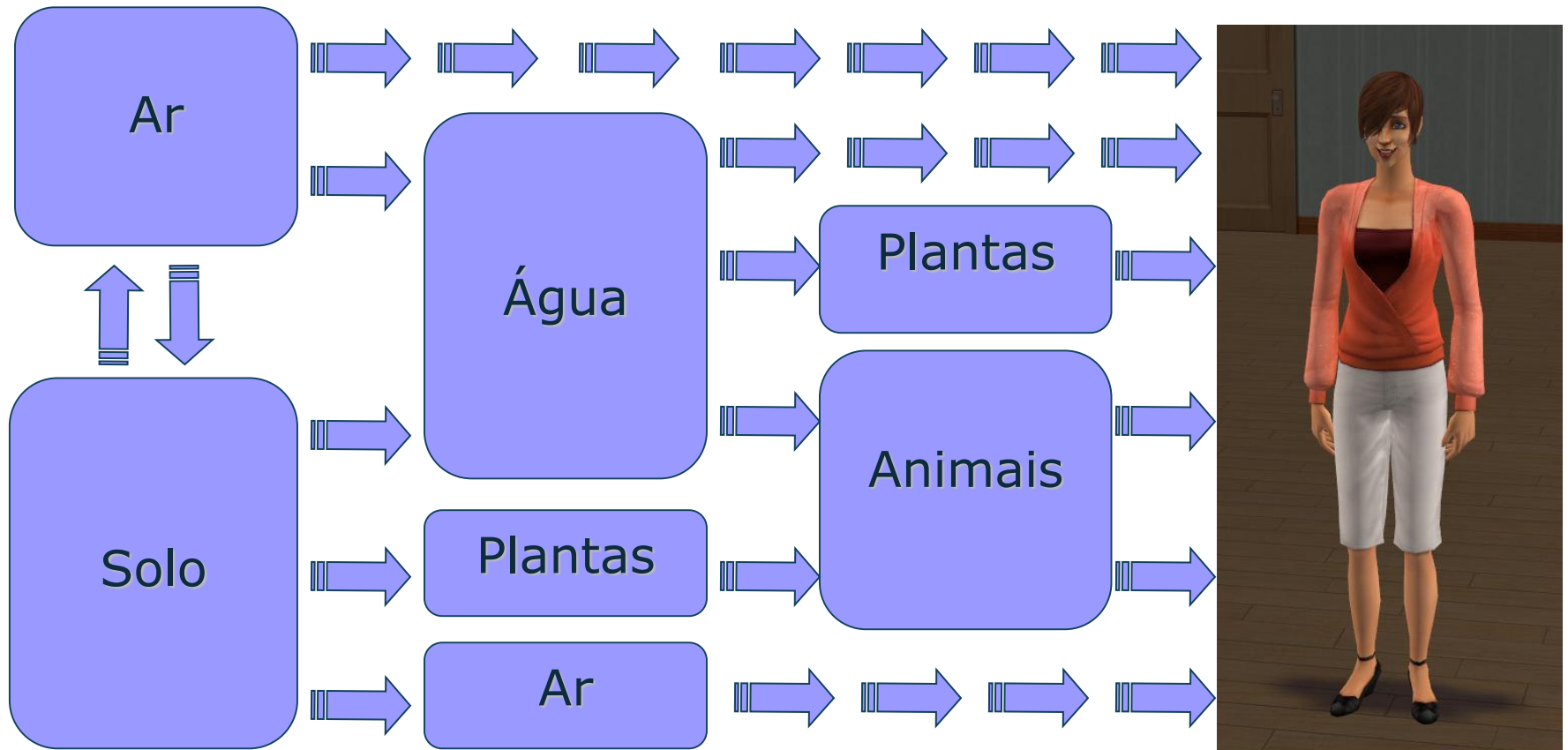


Inorganic

- Aluminium (Al)
- Arsenic (As)
- Cadmium (Cd)
- Copper (Cu)
- Iron (Fe)
- Lead (Pb)
- Mercury (Hg)
- Tin (Sn)
- Zinc (Zn)
- Nitrates (NO₃)
- ...

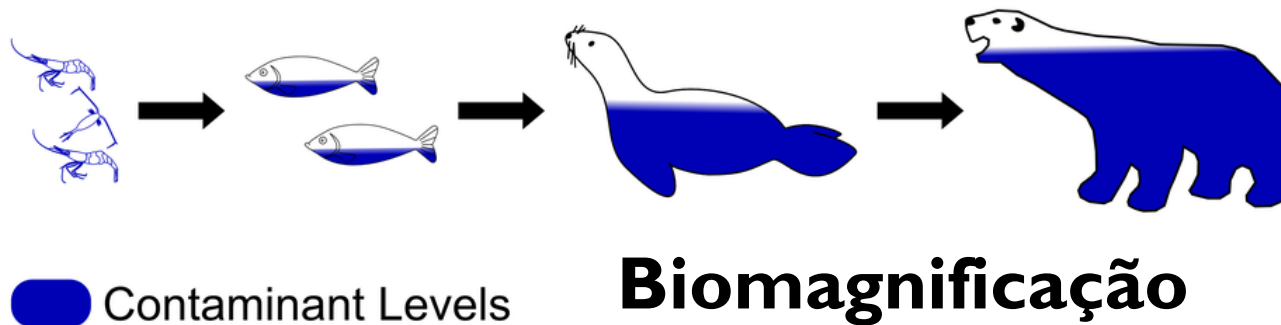
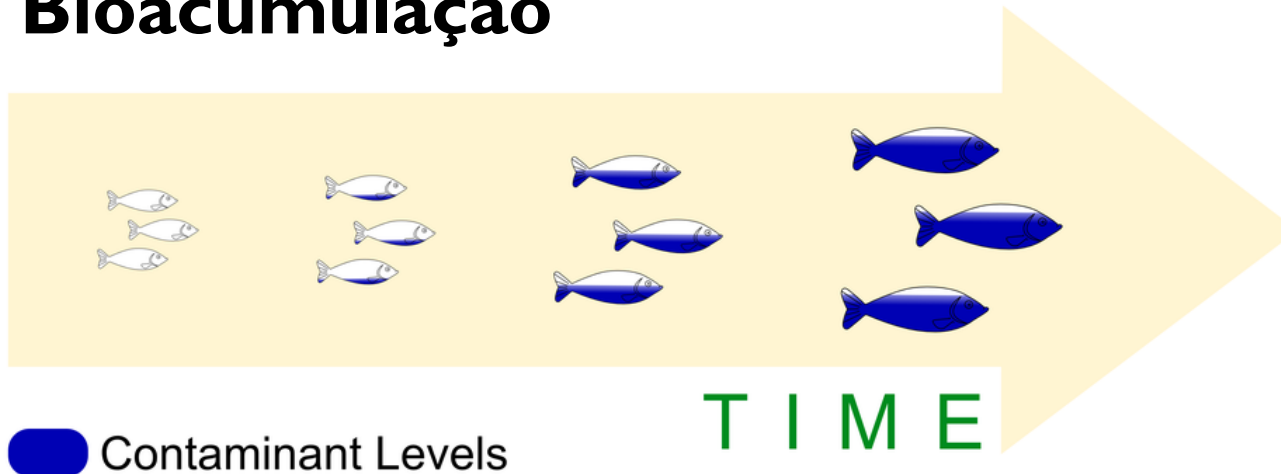
Vias de entrada dos metais tóxicos na cadeia alimentar:

A toxicidade dos metais pesados decorre da sua reactividade, não sendo sintetizados nem destruídos pelo organismo, possuindo **caracter bioacumulativo**

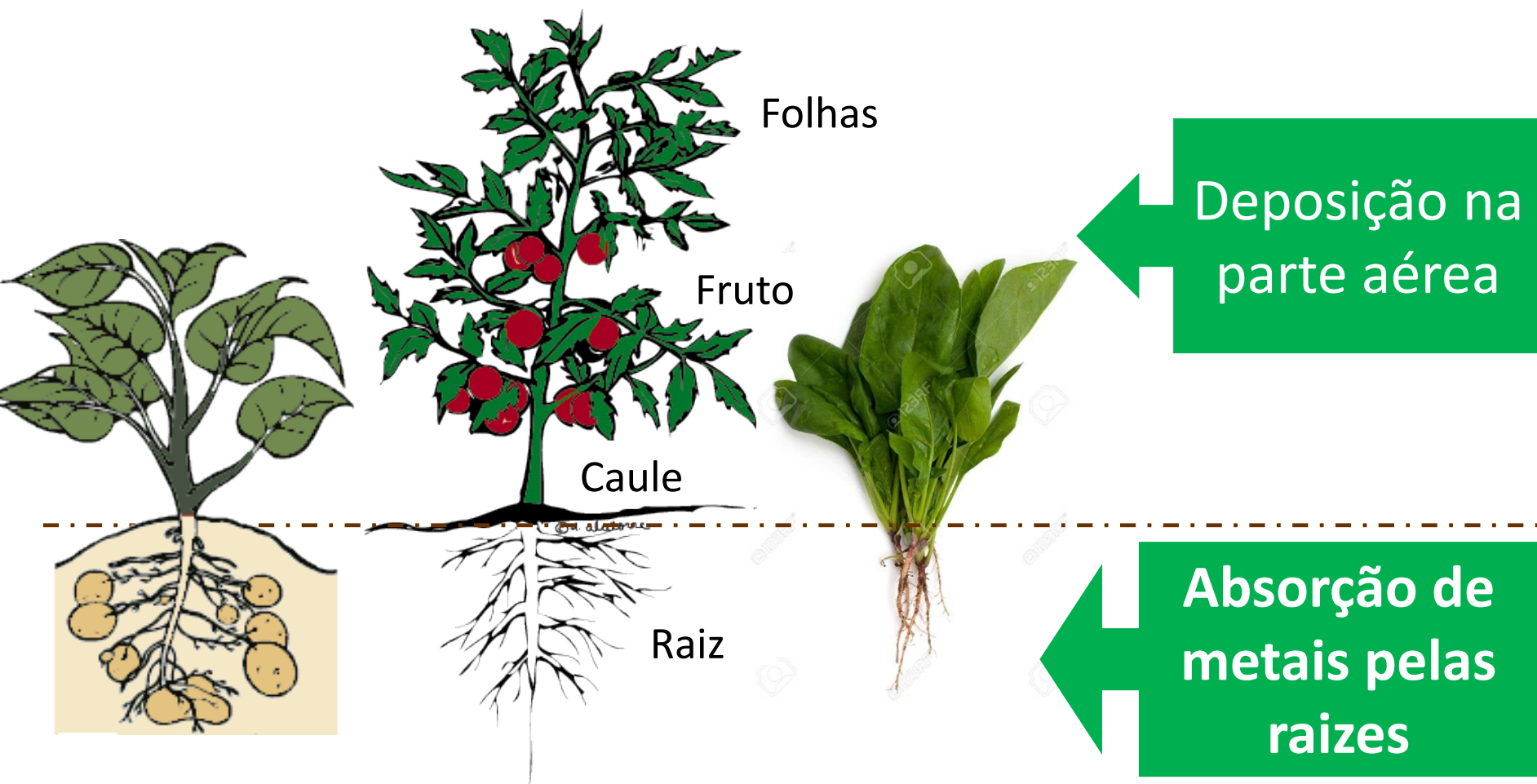


Muitos contaminantes podem ser concentrados nos organismos vivos através da **bioacumulação** (*aumento progressivo na quantidade de uma substância num organismo ou numa parte do organismo*).

Bioacumulação



As concentrações de um contaminante aumentam à medida que atravessa a cadeia alimentar²⁴



Fruta de outono “altamente contaminada” com pesticidas perigosos. Pêras e maçãs portuguesas no top das piores



ZAP · 27 SETEMBRO, 2022 ·



gemma / Unsplash



A fruta do outono na Europa, incluindo a portuguesa, está “altamente contaminada” com pesticidas perigosos, revela um relatório da organização não-governamental “Pesticides Action Network Europe” (PAN Europa).

Com base em dados oficiais, o relatório divulgado esta terça-feira, 27 de Setembro, indica que grande parte das **peras europeias** (49%) e das **uvas de mesa** (44%) foram vendidas com resíduos de pesticidas ligados ao aumento do **risco de cancro**, deformidades congénitas, doenças cardíacas e outros problemas graves de saúde.

O mesmo se verifica com **maçãs** (34%), **ameixas** (29%) e **framboesas** (25%).

A organização alerta que a maior parte dos pesticidas encontrados é uma ameaça mesmo que em doses muito baixas.

UE caminha para “agricultura totalmente tóxica”

A fruta está a ficar cada vez mais contaminada porque “**a indústria está a escrever as regras**” e estão a ser ignoradas as soluções não químicas, considera Pedro Horta da organização ambientalista portuguesa Zero, entidade que faz parte da PAN Europa.

O relatório (publicado em setembro de 2022)



The category of pesticides examined here, labelled by regulators as Candidates for Substitution, are linked to increased risk of cancer, birth deformities, heart disease and other crippling health conditions. Most are also very harmful to biodiversity to the environment. It is therefore

It must be emphasised that **only residues of CfS that were found with a concentration level above or equal to 0.01 mg/kg have been included**, which is considered the default detection limit for pesticides in Regulation (EC) No 396/2005. This correction is due



PESTICIDE PARADISE

How industry and officials protected the most toxic pesticides from a policy push for sustainable farming

Pesticides in food: latest figures published

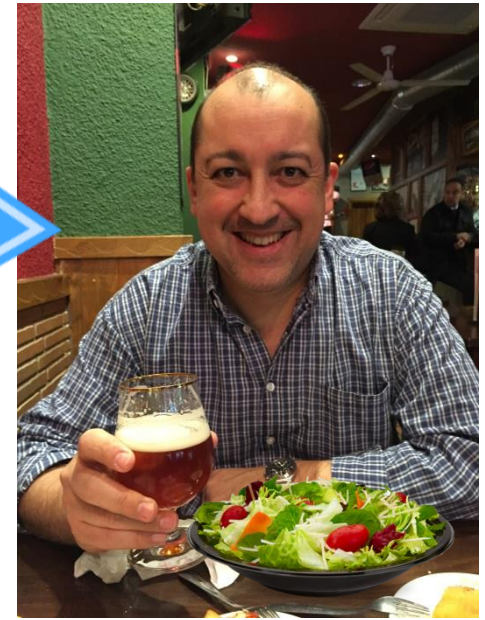
Published: 7 April 2021

A total of 96,302 samples were analysed in 2019, 96.1% of which fell within legally permitted levels. For the subset of 12,579 samples analysed as part of the EU-coordinated control programme (EUCP), 98% were within legal limits.

The EUCP analysed samples randomly collected from 12 food products – apples, head cabbages, lettuce, peaches, spinach, strawberries, tomatoes, oat grain, barley grain, wine (red and white), cow's milk and swine fat. Of those samples analysed:

- 6,674 or 53% were found to be free of quantifiable levels of residues.
- 5,664 or 45% contained one or more residues in concentrations below or equal to permitted levels.
- 241 or 2% contained residues exceeding the legal maximum of which 1% led to legal actions.

Cd Zn Cu Hg As Pb



Quantity?
Concentration?



Problema com plantas tolerantes

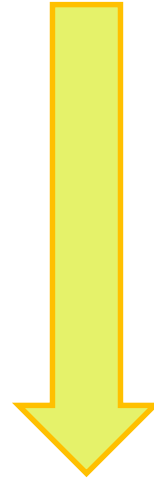
Alface



Brassica rapa
(nabiça)



Espinafre



Conseguem tolerar e acumular
elementos tóxicos e ao mesmo
tempo crescer e manter um aspecto
saudável!



Sorgo



Tremoço

Nutrientes... ou poluentes...

Os metais exercem funções biológicas nos organismos vivos

Em **elevadas concentrações** alguns elementos essenciais podem tornar-se **tóxicos**

- Macronutrientes (N, P, K, S, Ca, Mg)
- Micronutrientes essenciais para as plantas (Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Ni, B, Cl)

-**Cu, Co, Fe, Mn, Mo, Zn, Cr, Ni, Se, Sn:**
Elementos essenciais para os animais

São tóxicos:

-**Cd, Hg, Pb, As:**

-Elementos *não essenciais* para os organismos - sem função biológica conhecida

-acumulam-se nos organismos vivos (bioacumuláveis)

-Afectam processos fisiológicos essenciais

(ex: Cd substitui o Zn originando proteínas inactivas)

ESSENTIAL ELEMENTS FOR HUMANS

There are 118 elements in the periodic table, but which of them are essential for human life? Here we zero in on the ones we can't live without and the roles they play.

THE ELEMENTAL COMPOSITION OF THE HUMAN BODY BY MASS



OXYGEN	CARBON	HYDROGEN	NITROGEN	OTHERS ^a
O 65%	C 18%	H 10%	N 3%	4%

^a Includes Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg, B, Cr, Co, Cu, F, I, Fe, Mn, Mo, Se, Si, Sn, V, and Zn.

BUILDING BLOCKS

H C N O P S



These elements are all found in amino acids, the building blocks of proteins. With the exception of sulfur, they all also combine to make up DNA, our genetic code.

ENZYMES

Mg Mn Cu Zn Se Mo



Metal ions help many enzymes in the body function. Enzymes have many important roles in the body, including in respiration, digestion, metabolism, and the immune system.

NERVES AND CONTROL

Na Cl K Ca I



Sodium, potassium, and calcium ions play roles in transmitting nerve signals. Chloride ions regulate fluid in and out of cells. The body uses iodine to make hormones that regulate metabolism.

BONES AND TEETH

O P Ca Mn



Bones and teeth are mainly calcium phosphate. Calcium is essential for the growth of healthy teeth and bones. Without manganese, bones are spongier and break more easily.

BLOOD

C O Fe Co



Iron in hemoglobin carries oxygen from the lungs to the body's cells. And it carries carbon dioxide back to the lungs. Cobalt, found in vitamin B-12, is essential for making red blood cells.

RESPIRATION AND ENERGY

C N O P



Our cells use the oxygen we breathe for respiration. Respiration produces adenosine triphosphate (ATP, shown), a molecular energy source for our cells.

Cadmium (Cd)

Can be present in food products. Tobacco smoke is an important Cd source for humans.

Lead (Pb)

Neurotoxic, was largely used in the 20th century (leaded gasoline, pesticides, paints, soldered food cans, water piping...)

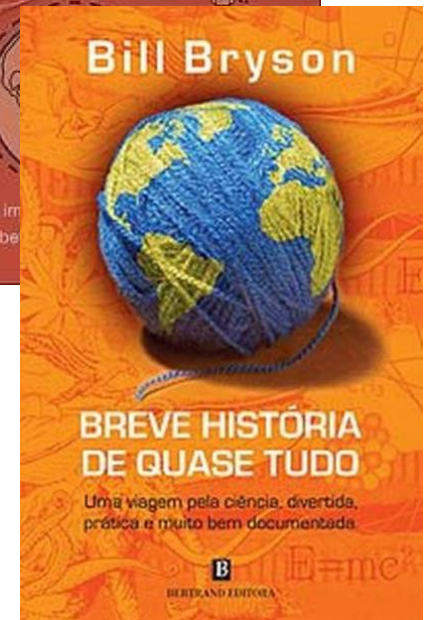
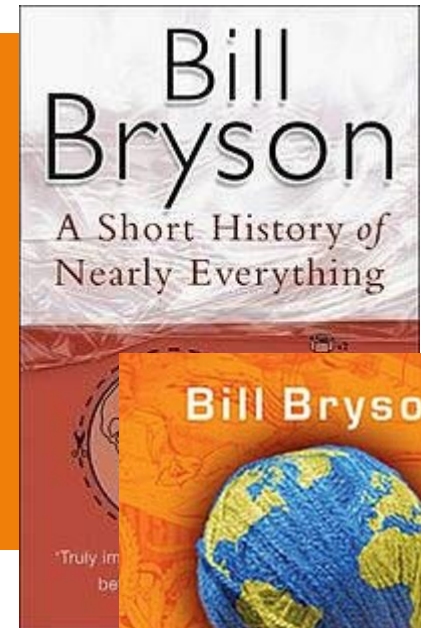
Chapter 10 – Getting the Lead Out

Arsenic (As)

The “slow dead” mineral. Used frequently as a poison in the past. Still used for example in pesticides and poultry food additives.

Mercury (Hg)

Frequently found in fish. Associated with the Mad Hatters disease in the 19th century (hence the expression “mad as a hatter”).



O que é um metal pesado (*heavy metal*)?

É um termo difícil de definir com precisão.

Definição usual: conjunto de metais e metaloides com uma densidade superior a 5 g/cm^3 (no entanto esta definição não inclui todos os elementos que causam problemas ambientais)

Outros termos utilizados: toxic metal (*metal tóxico*), trace metal/element (*elemento vestigial/traço*), PTE – Potentially Toxic Elements (*EPT – Elementos Potencialmente Tóxicos*).

Apesar de tudo a designação “metal pesado” (“heavy metal”) é ainda muito utilizada, normalmente com uma conotação negativa, embora muitos metais pesados sejam essenciais para plantas e animais.

Poluentes inorgânicos: elementos vestigiais tóxicos

Classificação dos metais:

- **Metais pesados:** elementos com densidade superior a 5 g/cm³

Zn (7.1)	Cr (7.2)	Cd (8.6)
Ni (8.7)	Co (8.9)	Cu (8.9)
Mo (10.2)	Pb (11.4)	Hg (13.5)

- **Outros “elementos”:** (Prasad, 2004)

Light-metal: Al (2.7)

Non-metal: Se (4.8)

Half-heavy metal: Sn (7.3)

Metalóide: As (5.7)

Alkali metal: Li (0.5)

- As suas concentrações no ambiente e nos alimentos podem aumentar pela actividade humana: industrial, mineira, agrícola etc. (utilização de combustíveis fósseis, minas, utilização agrícola de lamas e resíduos orgânicos contaminados, aplicação de fertilizantes e adubos químicos, pesticidas)

"All things are poison, and nothing is without poison; only the dose permits something not to be poisonous."

Paracelsus (1493-1541)

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

<http://www.kjf-split.hr/periodni/en/>

GROUP	1	2	13	14	15	16	17	18										
PERIOD	1	2	3	4	5	6	7	8										
1	1.0079 H HYDROGEN							4.0026 He HELIUM										
2	3 6.941 Li LITHIUM	4 9.0122 Be BERYLLIUM	5 10.811 B BORON					10 20.180 Ne NEON										
3	11 22.990 Na SODIUM	12 24.305 Mg MAGNESIUM						18 39.948 Ar ARGON										
4	19 39.098 K POTASSIUM	20 40.078 Ca CALCIUM	21 44.956 Sc SCANDIUM	22 47.867 Ti TITANIUM	23 50.942 V VANADIUM	24 51.996 Cr CHROMIUM	25 54.938 Mn MANGANESE	26 55.845 Fe IRON	27 58.933 Co COBALT	28 58.933 Ni NICKEL	29 63.546 Cu COPPER	30 65.39 Zn ZINC	31 69.723 Ga GALLIUM	32 72.64 Ge GERMANIUM	33 74.922 As ARSENIC	34 78.96 Se SELENIUM	35 79.904 Br BROMINE	36 83.80 Kr KRYPTON
5	37 85.468 Rb RUBIDIUM	38 87.62 Sr STRONTIUM	39 88.906 Y YTTRIUM	40 91.224 Zr ZIRCONIUM	41 92.906 Nb NIOBIUM	42 95.94 Mo MOLYBDENUM	43 (98) Tc TECHNETIUM	44 101.07 Ru RUTHENIUM	45 102.91 Rh RHODIUM	46 106.42 Pd PALLADIUM	47 107.87 Ag SILVER	48 112.41 Cd CADMIUM	49 114.82 In INDIUM	50 118.71 Sn TIN	51 121.76 Sb ANTIMONY	52 127.60 Te TELLURIUM	53 126.90 I IODINE	54 131.29 Xe XENON
6	55 132.91 Cs CAESIUM	56 137.33 Ba BARIUM	57-71 La-Lu Lanthanide	72 178.49 Hf HAFNIUM	73 180.95 Ta TANTALUM	74 183.84 W TUNGSTEN	75 186.21 Re RHENIUM	76 190.23 Os OSMIUM	77 192.22 Ir IRIDIUM	78 195.08 Pt PLATINUM	79 196.97 Au GOLD	80 200.59 Hg MERCURY	81 204.38 Tl THALLIUM	82 208.98 Pb LEAD	83 208.98 Bi BISMUTH	84 (209) Po POLONIUM	85 (210) At ASTATINE	86 (222) Rn RADON
7	87 (223) Fr FRANCIUM	88 (226) Ra RADIUM	89-103 Ac-Lr Actinide	104 (261) Rf RUTHERFORDIUM	105 (262) Db DUBNIUM	106 (266) Sg SEABORGIUM	107 (264) Bh BOHRNIUM	108 (277) Hs HASSIUM	109 (268) Mt MEITNERIUM	110 (281) Uun UNUNNIUM	111 (272) Uuu UNUNUNIUM	112 (285) Uub UNUBIUM	114 (289) Uuq UNUNQUADIUM					

Legend for element classification:

- Metal
- Semimetal
- Nonmetal
- 1 Alkali metal
- 2 Alkaline earth metal
- 3-10 Transition metals
- L Lanthanide
- A Actinide
- Chalcogens element
- Halogens element
- Noble gas

STANDARD STATE (100 °C; 101 kPa)

- Ne - gas
- Ga - liquid
- Fe - solid
- Tc - synthetic

LANTHANIDE

Copyright © 1998-2003 Enig. (enig@kf-split.hr)

(1) Pure Appl. Chem., 73, No. 4, 667-683 (2001)

Relative atomic mass is shown with five significant figures. For elements having no stable nuclides, the value enclosed in brackets indicates the mass number of the longest-lived isotope of the element.

However three such elements (Th, Pa, and U) do have a characteristic terrestrial isotopic composition, and for these an atomic weight is tabulated.

57 138.91 La LANTHANUM	58 140.12 Ce CERIUM	59 140.91 Pr PRASEODYMIUM	60 144.24 Nd NEODYMIUM	61 (145) Pm PROMETHIUM	62 150.36 Sm SAMARIUM	63 151.96 Eu EUROPIUM	64 157.25 Gd GADOLINIUM	65 158.93 Tb TERBIUM	66 162.50 Dy DYSPROSIUM	67 164.93 Ho HOLMIUM	68 167.26 Er ERBIUM	69 168.93 Tm THULIUM	70 173.04 Yb YTTERIUM	71 174.97 Lu LUTETIUM
-------------------------------------	----------------------------------	--	-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

ACTINIDE

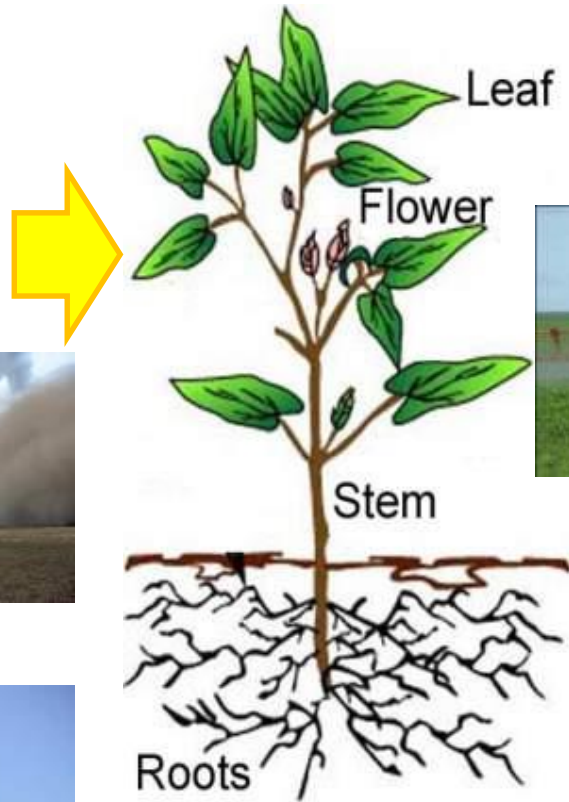
89 (227) Ac ACTINIUM	90 232.04 Th THORIUM	91 231.04 Pa PROTACTINIUM	92 238.03 U URANIUM	93 (237) Np NEPTUNIUM	94 (244) Pu PLUTONIUM	95 (243) Am AMERICIUM	96 (247) Cm CURIUM	97 (247) Bk BERKELIUM	98 (251) Cf CALIFORNIUM	99 (252) Es EINSTEINIUM	100 (257) Fm FERMIUM	101 (258) Md MEDELEVIUM	102 (259) No NOBELIUM	103 (262) Lr LAWRENCIUM
-----------------------------------	-----------------------------------	--	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

Editor: Aditya Vardhan (advardhan@netlinx.com)

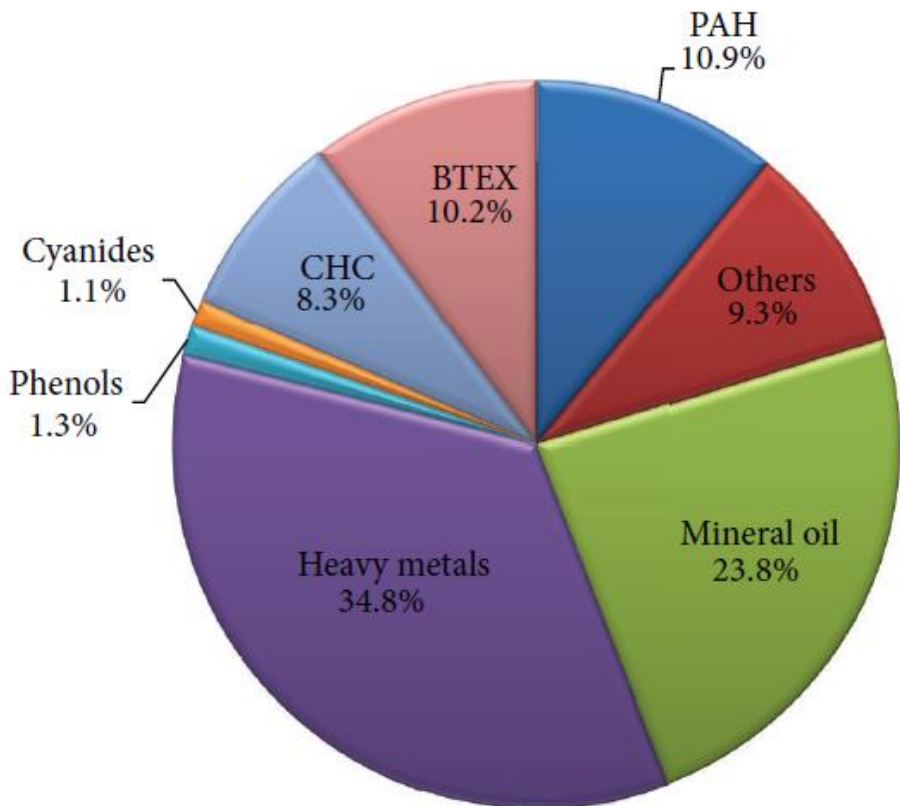
Fontes de contaminação com metais pesados

Fontes naturais

Fontes antropogénicas



Overview of contaminants affecting soil



Overview of contaminants affecting groundwater

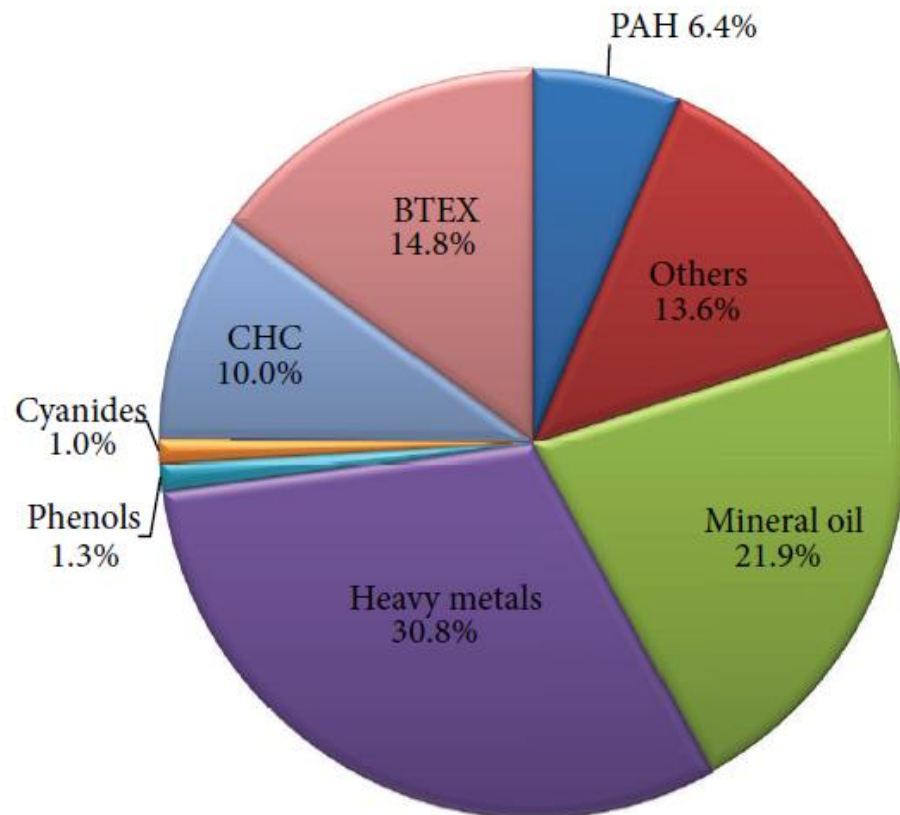
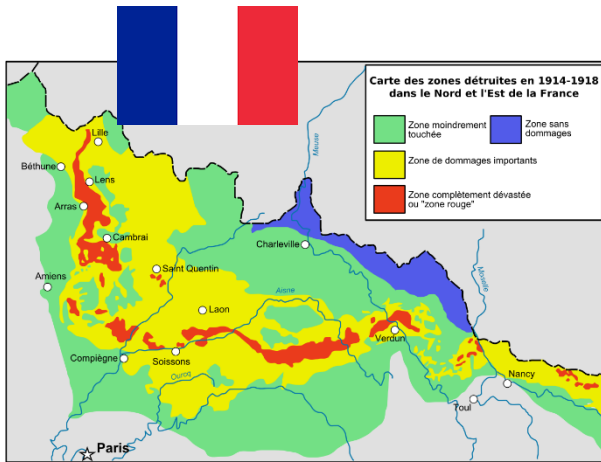


FIGURE 4: Distribution of contaminants affecting soil and groundwater in Europe.

CHC - chlorinated hydrocarbons; BTEX - aromatic hydrocarbons (benzene, toluene, ethyl benzene, and xylene).

Panos Panagos, Marc Van Liedekerke, Yusuf Yigini, and Luca Montanarella, "Contaminated Sites in Europe: Review of the Current Situation Based on Data Collected through a European Network," Journal of Environmental and Public Health, vol. 2013,



The Zone Rouge is a chain of non-contiguous areas throughout northeastern France that the French government isolated after the First World War. The land, which originally covered more than 1,200 km² was deemed too **physically and environmentally damaged** by conflict for human habitation. Rather than attempt to immediately clean up the former battlefields, the land was allowed to return to nature. Restrictions within the Zone Rouge still exist today, although the control areas have been greatly reduced. (~100 km²) The Zone Rouge was defined just after the war as "Completely devastated. Damage to properties: 100%. Damage to Agriculture: 100%. Impossible to clean. Human life impossible".

Under French law, activities such as housing, farming, or forestry were temporarily or permanently forbidden in the Zone Rouge, because of the vast amounts of human and animal remains, and millions of items of unexploded ordnance contaminating the land. Some towns and villages were never permitted to be rebuilt after the war.



For decades however, much of this deceptively lush forestland was still regularly used by forest keepers and hunters until 2004, when German researchers found extremely dangerous levels of up to **17% arsenic in the soil**, tens of thousand times higher than levels typically found previously within the red zones.

The water in the area was found to contain **toxic levels of arsenic that were 300 times above the tolerated amount** and abnormally high lead levels were recorded in some animals, particularly in the livers of hunted wild boars.

Alarming amounts of **lead** debris scattered by shrapnel were also left in place, **contaminating the soil with non biodegradable lead, mercury and zinc likely to remain for at least 10,000 years to come.**



Crops from these areas should be continuously monitored by the French and European government but there is some doubt as to whether this is actually being done enough or even at all.

The Red Zone is still very much off limits, an area of untold dangers to its surroundings. In 2012, it was announced that the **consumption of drinking water was banned in 544 municipalities in the area due to excessive levels of percholate**, used in the manufacturing of rockets and ammunition. Each of those municipalities affected by the ban correspond exactly to the locations of old front lines of major WWI and II battlefields.



Legislação?

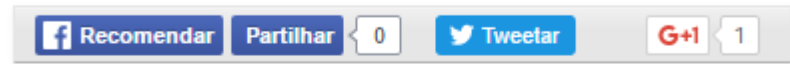
Jornal Publico, 25/10/2012

MAIS

TÓPICOS

Governo prevê lei para solos contaminados em 2013

Pedro Afonso de Paulo disse que tem trabalhado num sistema que possa ser autónomo e português PÚBLICO/ARQUIVO



TÓPICOS >

Conservação da natureza

Ambiente

Ministério da Agricultura

<
ANTERIOR

MAIS

- Quercus denuncia falta de controlo de solos contaminados em Portugal

A definição de legislação específica relativa a solos contaminados poderá avançar em 2013, anunciou na quarta-feira o secretário de Estado do Ambiente.

“O trabalho não está parado e acredito que talvez em 2013 possa avançar com mais celeridade porque neste momento temos tido outros focos. Não é possível estar focado em tudo e acho que não é razoável ter uma solução avulsa”, disse Pedro Afonso de Paulo à Lusa.

Na semana passada, a Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza chamou a atenção para as consequências da falta de legislação nesta área. Dizia, por exemplo, que hoje é possível vender terrenos contaminados sem se identificar o responsável pela actividade que originou poluição, o que tem custos ambientais e económicos e representa uma “falha grave do Estado”.

O presente decreto-lei visa, assim, estabelecer o quadro legal aplicável à prevenção da contaminação e remediação dos solos, suportado em três pilares, o da avaliação da qualidade do solo, o da remediação e o da responsabilização pela contaminação dos solos, o qual permitirá dar resposta aos vários compromissos assumidos a nível nacional e internacional, bem como suprimir uma importante lacuna no ordenamento jurídico nacional, constituindo-se, desta forma, como um marco da política de ambiente.

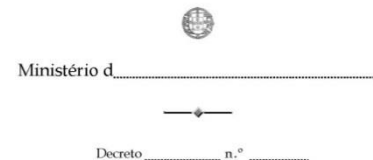


Artigo 1.º

Objeto

O presente diploma estabelece as regras a que deve obedecer a colocação no mercado de matérias fertilizantes, assegurando, simultaneamente, a execução na ordem jurídica interna das obrigações decorrentes do Regulamento (CE) n.º 2003/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro de 2003, relativo aos adubos.

, Mi



DL ____/2015

2015.09.03

O solo, pilar da economia, pelas inúmeras funções e serviços de elevada importância socioeconómica e ambiental que presta, é um recurso não renovável à escala humana, que tem vindo a ser sujeito a crescentes pressões e sobre-exploração, com a sua consequente degradação por contaminação, impermeabilização ou erosão. A preocupação com a contaminação do solo, em particular, decorre do risco de afetação da saúde humana, designadamente por via da cadeia alimentar, de perda da biodiversidade, ou do impacto ao nível dos recursos naturais.

A nível comunitário, o 7.º Programa Geral de ação da União para 2020 em matéria de ambiente, «*Viver bem, dentro dos limites do nosso planeta*», identificou mais de meio milhão de locais contaminados em toda a União Europeia que, até serem avaliados e remediados, continuarão a suscitar riscos com elevados impactos ambientais, económicos e sociais. Este Programa, invocando as conclusões da Cimeira Rio+20 que apelaram a um «*mundo neutro em termos de degradação da terra*», preconiza que seja ponderada qual a melhor forma de tornar operacional este compromisso, recomendando que as questões relativas à qualidade do solo sejam tratadas no âmbito de um quadro legislativo vinculativo. A fim de proteger, conservar e reforçar o capital natural da União, o Programa deverá assegurar que, até 2020, o território seja sustentavelmente gerido, o solo seja adequadamente protegido e a reparação dos locais contaminados prossegua.

Por seu lado, o Roteiro para uma Europa Eficiente na utilização de recursos fixa como meta para 2015 o estabelecimento, pelos Estados-membros, de um inventário dos locais contaminados e de um calendário para os correspondentes trabalhos de reabilitação.

A nível nacional, a Lei de Bases do Ambiente, na sua redação atual, consagrou algumas disposições relativas à gestão do solo e do subsolo, impondo a preservação da sua capacidade de uso mediante a adoção de medidas que limitem ou que reduzam o impacto

1

Artigo 1.º

Objecto

O presente decreto-lei estabelece o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 86/278/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, de forma a evitar efeitos nocivos para o homem, para a água, para os solos, para a vegetação e para os animais, promovendo a sua correcta utilização.



27 Fevereiro 2019

AMBIENTE

Parlamento quer novas leis para prevenir contaminação dos solos

O projecto de resolução do PEV sobre prevenção da contaminação e remediação dos solos foi aprovado por unanimidade.

Lusa · 27 de Fevereiro de 2019, 18:27

76 PARTILHAS



PAN QUER APROVAÇÃO DO REGIME JURÍDICO DA PREVENÇÃO DA CONTAMINAÇÃO E REMEDIAÇÃO DOS SOLOS

22 Fevereiro 2019

Imprima este artigo

Categoria [Atualidade](#), [Política Ambiental](#)

O PAN, Pessoas – Animais – Natureza, acaba de apresentar uma iniciativa legislativa que pretende que seja publicado o diploma que estabelece o regime jurídico da prevenção da contaminação e remediação dos solos.

Não existe qualquer enquadramento legal para a Prevenção da Contaminação e Remediação dos Solos, apesar de ter sido elaborado um projeto legislativo (PRosolos) que se encontrou em consulta pública em 2015. Contudo, após 4 anos, esta legislação ainda não foi publicada, permitindo que os agentes poluidores não sejam responsabilizados pela contaminação dos solos e que os recorrentes locais contaminados não sejam recuperados.

É o caso da exploração mineira da Panasqueira, que terá contaminado os solos envolventes da Escumbreira do Pião com metais pesados tóxicos e cancerígenos, sem que nunca tenha sido responsabilizado e consequentemente nunca tenha efetuado uma devida avaliação e remediação do solo, expondo a população e os ecossistemas a níveis inaceitáveis de contaminantes tóxicos.

O PAN pretende que, com a publicação deste diploma, seja colmatada a inexistência de legislação nacional e sejam

O parlamento aprovou esta quarta-feira, sem votos contra, um conjunto de resoluções de "Os Verdes" e do CDS-PP para a **adoção de legislação com carácter de urgência para prevenir a contaminação e remediação dos solos**. O projecto de resolução do PEV sobre prevenção da contaminação e remediação dos solos, tendo em vista salvaguardar o ambiente e a saúde pública, foi aprovado por unanimidade.

No texto é defendido que a Assembleia da República **deverá publicar, "com a maior celeridade possível, legislação que vise estabelecer um regime jurídico"** sobre esta matéria.

"É fundamental que a legislação nesse sentido veja, finalmente, a luz do dia, **uma vez que é urgente o estabelecimento de um regime jurídico nesta matéria**, que seja eficiente e que crie as condições devidas para a protecção dos solos, do ambiente e da saúde pública", é referido no diploma.

4 Junho 2019

P

P2 ÍPSILON CULTO FUGAS P3 CINECARTAZ

Mig

EDUCAÇÃO SAÚDE JUSTIÇA MEDIA



Eduardo Marques

Presidente da Direcção da
Associação das Empresas
Portuguesas para o Sector do
Ambiente (AEPSA)

OPINIÃO

Solos contaminados: um perigo silencioso

Portugal precisa, com urgência, de um regime jurídico que responda aos desafios e ameaças crescentes ao solo, em particular aos riscos de contaminação e às soluções de remediação.

4 de Junho de 2019, 11:23

47 PARTILHAS       

Os solos contaminados são um perigo silencioso, com implicações diretas nos lençóis freáticos – com a consequente contaminação dos recursos hídricos – e com impactos na qualidade do ar, o que configura um grave problema para a saúde pública e para o ambiente.

No debate sobre Legislação sobre Solos Contaminados coorganizado pela AEPSA, APA e Zero – realizado em 22 de maio –, a APA anunciou que o PProSolos e o Atlas da Qualidade do Solo **seriam aprovados no Conselho de Ministros de 6 de junho**, o que muito nos congratula.

Portugal precisa, com urgência, de um regime jurídico que responda aos desafios e ameaças crescentes ao solo, em particular aos riscos de contaminação e às soluções de remediação. É, por isso, com a maior expectativa que a AEPSA aguarda a aprovação desta legislação.

Comunicados do Conselho de Ministros

[Página Inicial](#) > [Governo](#) > [Comunicados do Conselho de Ministros](#)

2019-06-06 às 13h40

Comunicado do Conselho de Ministros de 6 de junho de 2019

1. Assinalando o Dia Mundial do Ambiente, que se celebrou ontem, dia 5 de junho, o Conselho de Ministros aprovou um conjunto de diplomas que reforçam a prioridade dada pelo Governo às questões ambientais, tendo em vista o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas.

- Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050
- Resolução que contempla a aquisição e locação de veículos de zero emissões por parte de setor empresarial do Estado
- regime jurídico de produção de água para reutilização
- resolução que altera a composição do Grupo de Coordenação do Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC)
- Decreto-Lei que concretiza o quadro de transferência de competências para os órgãos municipais no domínio da cogestão das áreas protegidas
- Decreto-lei que estabelece o regime jurídico aplicável ao controlo, à detenção, à introdução na natureza e ao repovoamento de espécies exóticas da flora e da fauna
- Decreto-Lei que altera os princípios e normas a que deve obedecer a produção cartográfica no território nacional
- Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC)

21 Junho 2019

pros

Últimas Mercados Obsessões Prova dos 9 Descodificadores Opinião Advocatus Pessoal

Imobiliário

Associação ambientalista Zero diz que há mais solos contaminados no Parque das Nações

Lusa
21 Junho 2019

51

Foram detetados resíduos contaminados na obra de escavação do empreendimento imobiliário designado por Martinhal Residences.

Relativamente à nova mancha de solos contaminados, a associação aponta que o estudo geoambiental feito antes do começo da obra já dava conta de que naquele local existiam resíduos com Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH), Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH), Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos (BTEX) e **Zinco**. Na sequência deste caso, a ZERO aproveita para lembrar que a legislação sobre Prevenção e Remediação dos Solos (PRoSolos) “continua na gaveta” desde 2016, apesar de o Governo “ter-se comprometido à sua aprovação ainda nesta legislatura” e de a própria Assembleia da República ter feito uma recomendação ao Executivo de António Costa nesse sentido.

LISBOA

4 Fevereiro 2020

Câmara de Lisboa autorizou ampliação da Fundação Champalimaud sem saber que havia solos contaminados

Obra foi embargada no fim do ano passado e a câmara diz que ninguém lhe disse que ali tinha existido uma bomba de gasolina. Deputados municipais pediram o mapeamento urgente das potenciais situações de risco.



João Pedro Pincha · 4 de Fevereiro de 2020, 19:17

90
PARTILHAS



Foram embargadas as obras de ampliação da Fundação Champalimaud, em Pedrouços, devido ao aparecimento de solos contaminados com hidrocarbonetos. Naquele local funcionou em tempos um posto de combustível, mas o vereador do Urbanismo diz que a Câmara de Lisboa não sabia disso quando licenciou a empreitada.

<https://www.publico.pt/2020/02/04/local/noticia/camara-lisboa-autorizou-ampliacao-fundacao-champalimaud-saber-solos-contaminados-1902878>

Mapa de solos contaminados em Lisboa está prometido há três anos

Realidade concreta sobre solos ainda é um mistério para a generalidade dos lisboetas. Associação do Parque das Nações queixa-se do “grande silêncio” das autoridades.



João Pedro Pincha · 10 de Agosto de 2020, 21:02

118
PARTILHAS



A criação e divulgação pública de um mapa em que estejam identificados os solos potencialmente contaminados de Lisboa é uma promessa com mais de três anos que continua por cumprir. A existência de um mapa deste tipo permitiria às entidades públicas actuar preventivamente e fazer um controlo mais apertado das empreitadas urbanísticas, garantindo que os resíduos seriam devidamente encaminhados e tratados. Actualmente, a contaminação dos solos é avaliada pelos próprios promotores das obras, mas há muito que lisboetas e ambientalistas vêm pedindo mais acção às autoridades.

Há três anos, os moradores da zona sul da freguesia começaram a queixar-se do forte cheiro a químicos proveniente das obras de ampliação do Hospital CUF Descobertas e veio a descobrir-se que os solos não tinham sido descontaminados para a Expo'98, ao contrário do que fora anunciado.

<https://www.publico.pt/2020/08/10/local/noticia/mapa-solos-contaminados-lisboa-prometido-ha-tres-anos-1927691>

SOLOS CONTAMINADOS, RISCOS INVISÍVEIS

ICJP, 27 de Novembro de 2019


Em Portugal, estima-se que existam mais de 2.000 sítios contaminados, embora não haja certificação oficial. Os casos vão-se revelando, normalmente na sequência de obras que envolvem remoção de solos, cujo destino é muitas vezes incerto. O ProSolos, um projecto legislativo apresentado a discussão pública em 2015, tem por objectivo estabelecer um regime de prevenção da contaminação e remediação de solos, podendo vir resolver alguns problemas — mas tarda em ver a luz do dia, fazendo de Portugal um dos poucos Estados da União Europeia completamente destituído de regulamentação para esta situação.

Lei dos solos contaminados sai da gaveta, mas só entra em vigor em 2023

Guardada durante quase seis anos, a legislação que responsabiliza empresas de vários sectores pela avaliação e descontaminação dos seus terrenos demorará mais 15 meses a entrar em vigor.

Abel Coentrão

2 de Outubro de 2021, 20:38

 Receber alertas

O Governo vai tirar do congelador o regime jurídico da prevenção da contaminação e da remediação dos solos, que está há quase seis anos para ser aprovado, mas, na verdade, mantém esta importantíssima legislação no frigorífico durante mais quinze meses, já que o texto, que segue brevemente para Conselho de Ministros, e a que o PÚBLICO teve acesso, prevê que as novas regras entrem em vigor apenas a 1 de Janeiro de 2023.

A pandemia, que tinha sido usada como justificação para adiar a aprovação da lei em 2020, poderá estar na origem de mais esta moratória que livra, para já, um conjunto de agentes económicos de diversos sectores dos custos associados à avaliação e remediação dos terrenos onde estão instalados. Mas antes do aparecimento deste novo coronavírus este já era um processo legislativo que dividia o Governo.



ASSEMBLEIA DA REPÚBLICA

Resolução da Assembleia da República n.º 64/2022

Sumário: Recomenda ao Governo a publicação do regime jurídico da prevenção da contaminação e remediação dos solos (PRoSolos).

Recomenda ao Governo a publicação do regime jurídico da prevenção da contaminação e remediação dos solos (PRoSolos)

A Assembleia da República resolve, nos termos do n.º 5 do artigo 166.º da Constituição, recomendar ao Governo que:

1 — Publique com urgência o regime jurídico da prevenção da contaminação e remediação dos solos, com vista à salvaguarda do ambiente e da saúde humana (PRoSolos), prevendo as seguintes atualizações:

There is no specific legislation for heavy metal content in soils in Portugal...

«Metais pesados», ???
(não definido)

DL 276/2009: A grande motivação do regime jurídico em apreço reside, assim, na necessidade de regular a utilização agrícola das lamas de depuração, congregando dois objectivos ambientais primordiais: a credibilização da operação de valorização de resíduos e a protecção do ambiente e da saúde pública.

Neste contexto, (...) o presente decreto -lei dispõe sobre requisitos de qualidade para as lamas e para os solos, ...

Artigo 1.º

Objecto

O presente decreto-lei estabelece o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 86/278/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, de forma a evitar efeitos nocivos para o homem, para a água, para os solos, para a vegetação e para os animais, promovendo a sua correcta utilização.

QUADRO N.º 1

Valores limite de concentração de metais pesados nos solos em função do seu pH

Parâmetro	pH ≤ 5,5	5,5 < pH ≤ 7	pH > 7 (*)
	mg/kg de matéria seca		
Cádmio	1	3	4
Cobre	50	100	200
Níquel	30	75	110
Chumbo	50	300	450
Zinco	150	300	450
Mercúrio	1	1,5	2
Crómio	50	200	300

(*) Aplicável a solos onde se efectuem culturas com fins comerciais e destinadas unicamente ao consumo animal.

QUADRO N.º 2

Valores limite de concentração de metais pesados nas lamas destinadas à aplicação no solo agrícola

Parâmetro	Valores limite (mg/kg de matéria seca)
Cádmio	20
Cobre	1 000
Níquel	300
Chumbo	750
Zinco	2 500
Mercúrio	16
Crómio	1 000

QUADRO N.º 3

Valores limite para as quantidades anuais de metais pesados que podem ser introduzidas nos solos cultivados, com base numa média de 10 anos

Parâmetro	Valores limite (kg/ha/ano)
Cádmio	0,15
Cobre	12
Níquel	3
Chumbo	15
Zinco	30
Mercúrio	0,1
Crómio	4,5

There is no specific legislation for heavy metal content in soils in Portugal...

DL 103/2015: *O presente diploma estabelece as regras a que deve obedecer a colocação no mercado de matérias fertilizantes, ...*

Artigo 1.º

Objeto

O presente diploma estabelece as regras a que deve obedecer a colocação no mercado de matérias fertilizantes, assegurando, simultaneamente, a execução na ordem jurídica interna das obrigações decorrentes do Regulamento (CE) n.º 2003/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro de 2003, relativo aos adubos.

Quadro n.º 8 — Valores máximos admissíveis dos teores «totais»* de metais pesados nos solos (reportados à matéria seca) em que se pretenda aplicar a matéria fertilizante

Elemento	Valores máximos admissíveis no solo (miligramas por quilograma)		
	5 ≤ pH < 6	6 ≤ pH < 7	pH ≥ 7
Cádmio (<i>Cd</i>)	0,5	1	1,5
Chumbo (<i>Pb</i>)	50	70	100
Cobre (<i>Cu</i>)	20	50	100
Crómio (<i>Cr</i>)	30	60	100
Mercúrio (<i>Hg</i>)	0,1	0,5	1
Níquel (<i>Ni</i>)	15	50	70
Zinco (<i>Zn</i>)	60	150	200

* Fração solúvel em água-régia.

«Metais pesados», os elementos que podem contaminar o solo, potencialmente tóxicos para as plantas, designadamente, o cádmio, o crómio, o cobre, o chumbo, o mercúrio, o níquel e o zinco;

Quadro n.º 2 — Valores máximos admissíveis para os teores «totais» de metais pesados na matéria fertilizante com componentes orgânicos, por classe (miligramas por quilograma de matéria seca).

Parâmetro	Matéria fertilizante			
	Classe I	Classe II	Classe II A	Classe III
Cádmio (<i>Cd</i>)	0,7	1,5	3	5,0
Chumbo (<i>Pb</i>)	100	150	300	500
Cobre (<i>Cu</i>)	100	200	400	600
Crómio (<i>Cr</i>)	100	150	300	400
Mercúrio (<i>Hg</i>)	0,7	1,5	3	5,0
Níquel (<i>Ni</i>)	50	100	200	200
Zinco (<i>Zn</i>)	200	500	1000	1500

Nota: Os teores «totais» correspondem à fração solúvel em água-régia.

Quadro n.º 3 — Quantidades máximas de metais pesados que se podem incorporar anualmente nos solos

Parâmetro	Valor máximo das quantidades que se podem incorporar por ano nos solos (gramas por hectare e por ano) *
Cádmio (<i>Cd</i>)	30
Chumbo (<i>Pb</i>)	2250
Cobre (<i>Cu</i>)	3000
Crómio (<i>Cr</i>)	3000
Mercúrio (<i>Hg</i>)	30
Níquel (<i>Ni</i>)	900
Zinco (<i>Zn</i>)	7500

* Estas quantidades dependem das características da matéria fertilizante, bem como do solo em que irá ser aplicada; as quantidades indicadas referem-se a valores médios de metais pesados incorporados ao solo num período de 10 anos de aplicação.

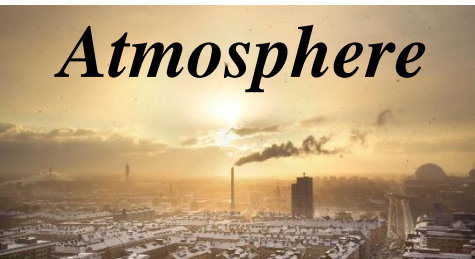
Elemento	Legislação	Valores máx. admissíveis no solo (mg/kg)			Projecto DL solos em locais ambientalmente sensíveis (mg/kg)	
		5≤pH<6	6≤pH<7	pH≥7		
Cd	DL 103/2015	0,5	1	1,5	Uso agrícola	1
	DL 276/2009	1	3	4	Urb./ind.	1,2
Pb	DL 103/2015	50	70	100	Uso agrícola	45
	DL 276/2009	50	300	450	Urb./ind.	120
Cu	DL 103/2015	20	50	100	Uso agrícola	62
	DL 276/2009	50	100	200	Urb./ind.	92
Cr	DL 103/2015	30	60	100	Uso agrícola	67
	DL 276/2009	50	200	300	Urb./ind.	70
Hg	DL 103/2015	0,1	0,5	1	Uso agrícola	0,16
	DL 276/2009	1	1,5	2	Urb./ind.	0,27
Ni	DL 103/2015	15	50	70	Uso agrícola	37
	DL 276/2009	30	75	110	Urb./ind.	82
Zn	DL 103/2015	60	150	200	Uso agrícola	290
	DL 276/2009	150	300	450	Urb./ind.	290

TABELA A – VALORES DE REFERÊNCIA PARA SOLOS EM LOCAIS AMBIENTALMENTE SENSÍVEIS

Solos Contaminados
– Guia Técnico,
Agência Portuguesa do
Ambiente, Amadora,
Janeiro 2019

Número CE	Número CAS	Contaminante	Valores de referência (mg/kg peso seco)	
			Uso agrícola	Uso urbano / industrial / comercial
Metais e outros elementos químicos				
231-146-5	7440-36-0	antimónio	1	1,3
231-148-6	7440-38-2	arsénio	11	18
231-149-1	7440-39-3	bário	210	220
231-150-7	7440-41-7	berílio	2,5	2,5
231-151-2	7440-42-8	boro (total)	36	36
231-152-8	7440-43-9	cádmio	1	1,2
231-100-4	7439-92-1	chumbo	45	120
231-158-0	7440-48-4	cobalto	19	21
231-159-6	7440-50-8	cobre	62	92
231-157-5	7440-47-3	crómio (total)	67	70
	18540-29-9	crómio VI	0,66	0,66
231-106-7	7439-97-6	mercúrio	0,16	0,27
231-107-2	7439-98-7	molibdénio	2	2
231-111-4	7440-02-0	níquel	37	82
231-131-3	7440-22-4	prata	0,5	0,5
231-957-4	7782-49-2	selénio	1,2	1,5
231-138-1	7440-28-0	tálio	1	1
231-170-6	7440-61-1	urânio	1,9	2,5
231-171-1	7440-62-2	vanádio	86	86
231-175-3	7440-66-6	zinco	290	290

Atmosphere



Decreto n.º 13/2017

de 12 de abril

Portugal é Parte da Convenção das Nações Unidas sobre Poluição Atmosférica Transfronteiras a Longa Distância (CLRTAP), assinada em Genebra em 13 de novembro de 1979, e aprovada pelo Decreto n.º 45/80, de 12 de julho.

O Protocolo à Convenção de 1979 sobre a Poluição Atmosférica Transfronteiras a Longa Distância, relativo aos Metais Pesados, esteve aberto para assinatura de 24 a 25 de junho de 1998 em Aarhus, Dinamarca, tendo a República Portuguesa assinado este Protocolo em 24 de junho de 1998.

Este Protocolo tem por objetivo reduzir e controlar as emissões antropogénicas de chumbo (Pb), cádmio (Cd) e mercúrio (Hg) para a atmosfera, enquanto metais pesados nocivos sujeitos a transporte atmosférico transfronteiras a longa distância, com vista a proteger melhor a saúde humana e o ambiente.

Artigo 2.º

Objetivo

O objetivo do presente Protocolo é controlar as emissões de metais pesados decorrentes de atividades antropogénicas que estão sujeitas a transporte atmosférico transfronteiras a longa distância e que poderão ter efeitos prejudiciais significativos na saúde humana ou no ambiente, de acordo com as disposições dos artigos seguintes.

«Metais pesados» (MP), os metais ou, em alguns casos, metaloides que são estáveis e apresentam uma densidade superior a $4,5 \text{ g/cm}^3$ e seus compostos;

Artigo 3.º

Obrigações fundamentais

1 — As Partes devem reduzir as suas emissões totais anuais para a atmosfera de cada um dos metais pesados enumerados no Anexo I, relativamente ao nível de emissões do ano de referência estabelecido de acordo com o referido Anexo, adotando medidas eficazes e adequadas às suas circunstâncias específicas.

ANEXO I

Metais pesados referidos no n.º 1 do artigo 3.º e ano de referência da obrigação

Metais pesados	Ano de referência
Cádmio (Cd)	1990; ou um ano alternativo de 1985 a 1995 inclusive, especificado por uma Parte quando da ratificação, aceitação, aprovação ou adesão.
Chumbo (Pb)	1990; ou um ano alternativo de 1985 a 1995 inclusive, especificado por uma Parte quando da ratificação, aceitação, aprovação ou adesão.
Mercúrio (Hg)	1990; ou um ano alternativo de 1985 a 1995 inclusive, especificado por uma Parte quando da ratificação, aceitação, aprovação ou adesão.



Artigo 1.º

Objeto

1 — O presente decreto-lei procede à segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 92/2010, de 26 de julho, que estabelece o regime da qualidade da água para consumo humano, tendo por objetivo proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes da eventual contaminação dessa água e assegurar a disponibilização tendencialmente universal de água salubre, limpa e equilibrada na sua composição.

AMBIENTE

Decreto-Lei n.º 152/2017

de 7 de dezembro

O Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto, que transpôs para ordem jurídica interna a Diretiva n.º 98/83/CE do Conselho, de 3 de novembro de 1998, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano, revogou o Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de setembro, devido à necessidade de adaptar a legislação nacional relativa à qualidade da água para consumo humano às obrigações da referida diretiva.

Decorridos 10 anos sobre a publicação do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto, traduzidos na consolidação do modelo de regulação da qualidade da água em Portugal, podem constatar-se consequências globalmente muito positivas para o setor, as quais se materializam numa evolução muito positiva do indicador «água segura».

Contudo, a legislação deve refletir o progresso científico e técnico, pelo que a sua revisão periódica é fundamental. Isso mesmo determina o artigo 11.º da Diretiva

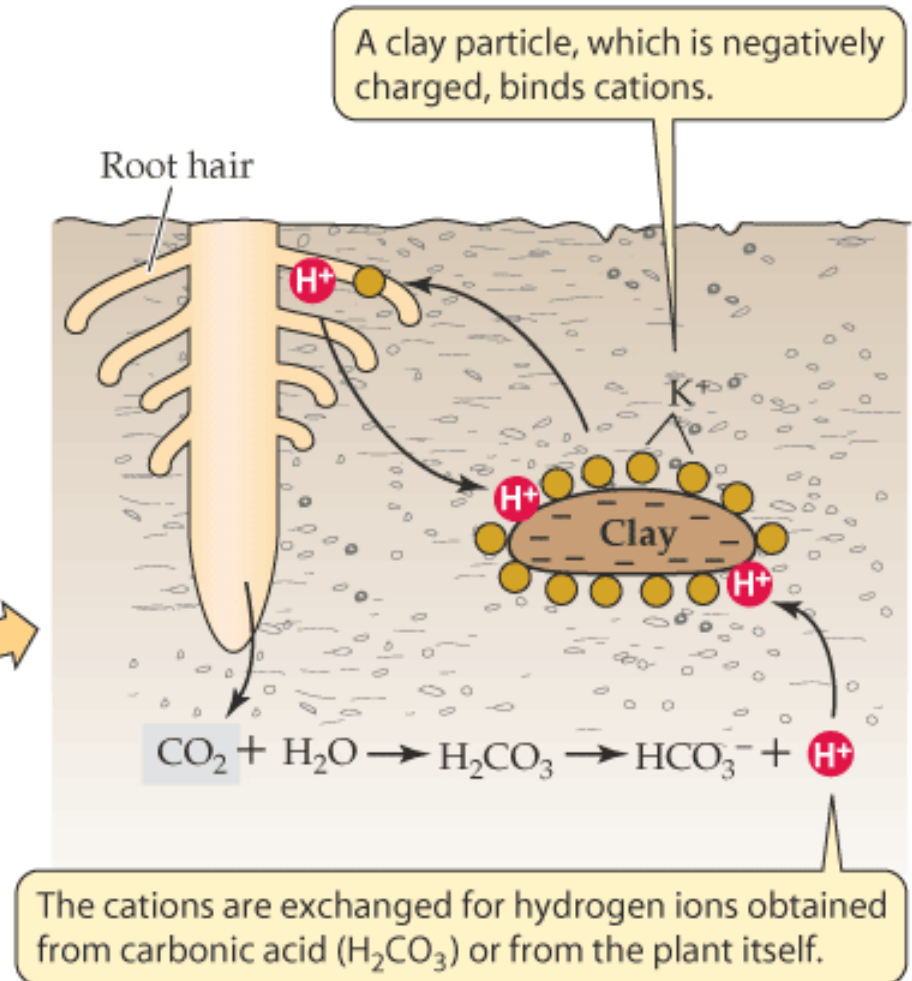
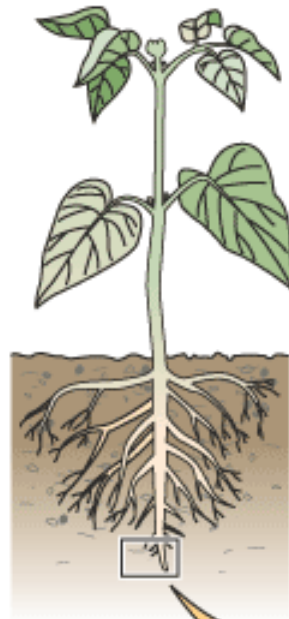
Metal	Valor paramétrico
Arsénio	10 µg/L
Cádmio	5 µg/L
Chumbo	10 µg/L
Crómio	50 µg/L
Cobre	2 mg/L
Mercúrio	1 µg/L
Níquel	20 µg/L
Selénio	10 µg/L
Alumínio	200 µg/L
Cálcio	(100 mg/L)
Ferro	200 µg/L
Magnésio	(50 mg/L)
Manganês	50 µg/L
Sódio	200 mg/L

Os metais tóxicos apenas causam fitotoxicidade **quando estão biodisponíveis** em níveis elevados

Ex:
Biodisponibilidade do Cobre

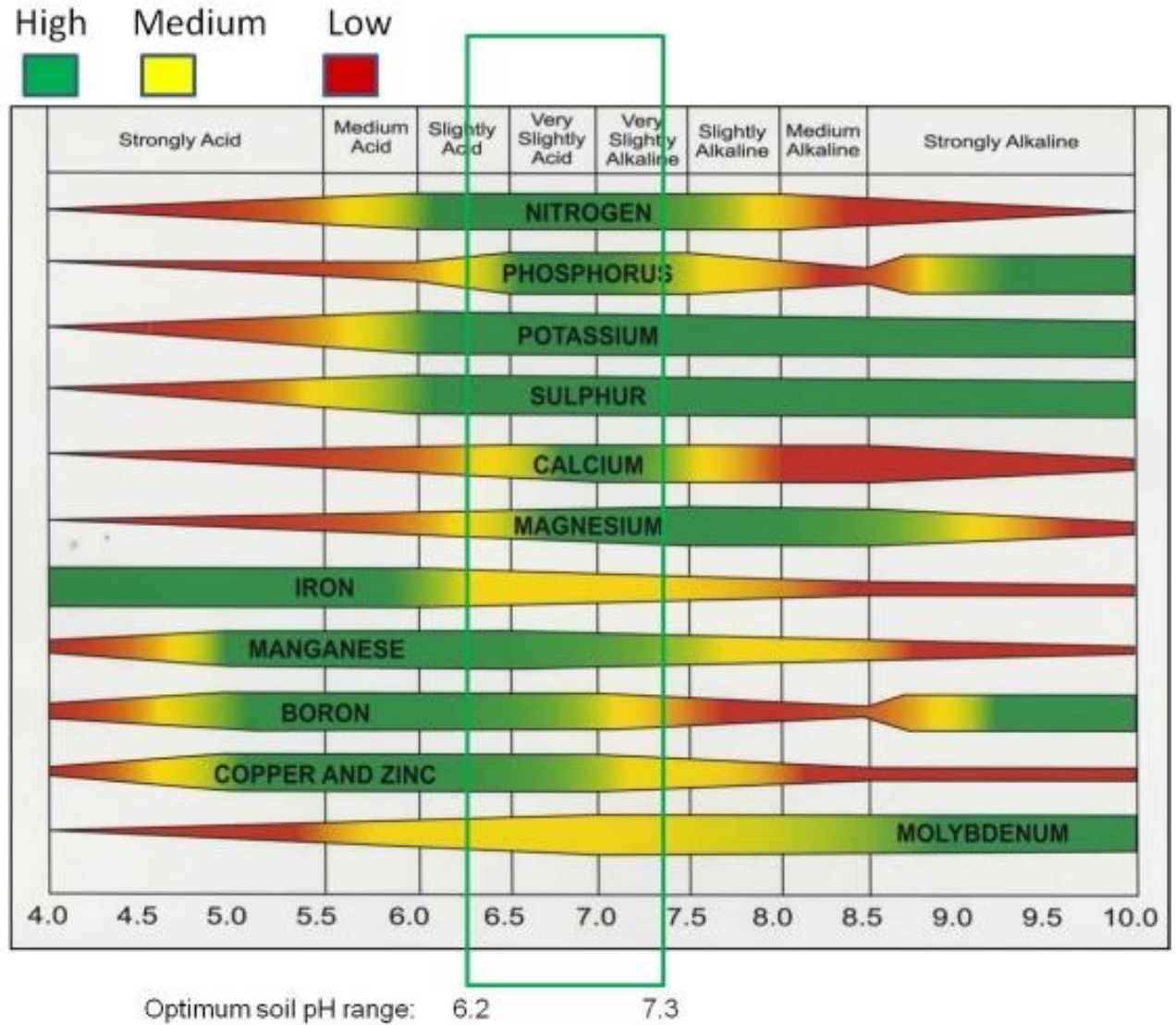
Cu é absorvido pelas plantas principalmente na forma Cu^{2+}

Apenas uma pequena fracção do cobre total presente no solo se encontra **biodisponível** para as plantas, pois liga-se à **matéria orgânica**, e é pouco solúvel em solos alcalinos



How soil pH affects availability of plant nutrients

pH do solo



Efeito da aplicação de um resíduo orgânico a um solo contaminado com excesso de cobre em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* M. cv Juncal)

Trabalho financiado pelo projecto POCTI/AGG/44895/2002

-Solo contaminado com 25 mg kg⁻¹ de cobre

-Aplicação de um resíduo orgânico com ±74% de MO

Plantas em solo contaminado em que foi aplicado resíduo orgânico



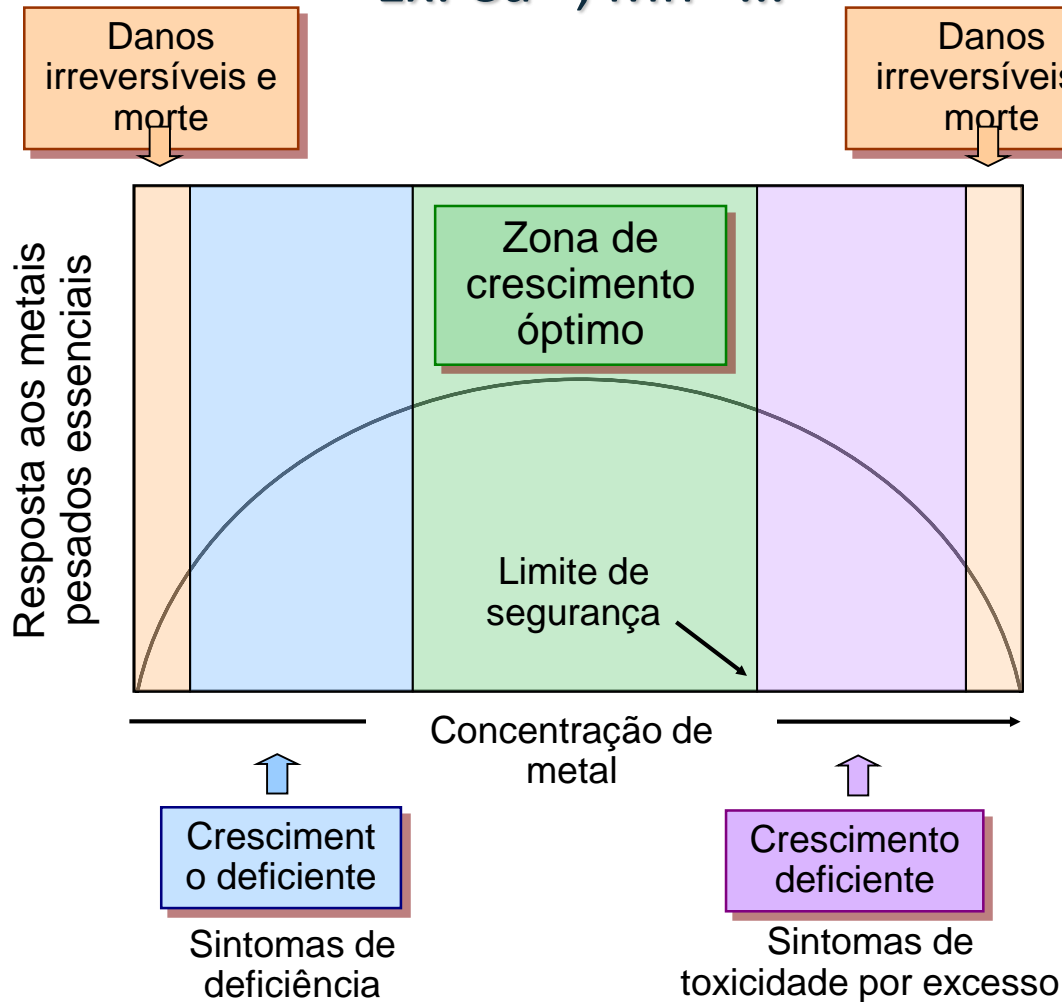
Trabalho de fim de curso de Eng. Agronómica realizado por Sofia Castel-Branco, 2006

Plantas em solo contaminado sem aplicação de resíduo orgânico

Os metais podem ligar-se à matéria orgânica existente no solo diminuindo a sua disponibilidade, e conseqüentemente o seu efeito tóxico

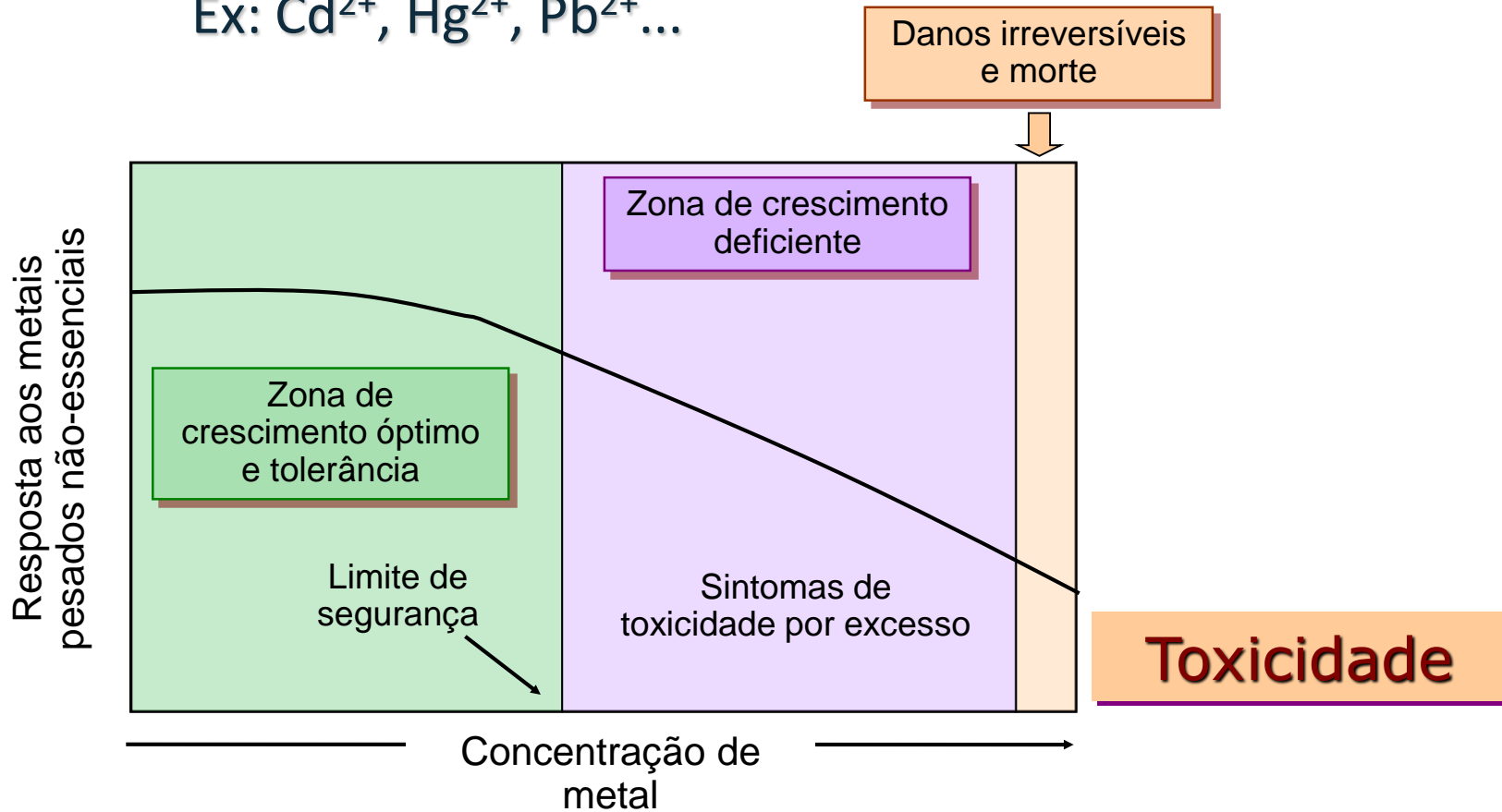
Curva dose/resposta para um elemento essencial para as plantas

Ex: Cu^{2+} , Mn^{2+} ...



Curva dose/resposta para um elemento não-essencial para as plantas

Ex: Cd^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} ...



→ Como surgem os metais tóxicos nos solos e no ambiente?

→ Quais os problemas causados pelos metais tóxicos nos organismos?

→ Como podemos evitar/corrigir este problema?

→ Origem e tipo de contaminantes dos solos.

→ Efeito tóxico no ambiente e nos seres vivos

→ Fitorremediação, aplicações e técnicas de fitorremediação.

Os metais podem ser bioacumuláveis nos alimentos, entrar na cadeia alimentar e ser acumulados no organismo provocando **toxicidade** aguda e/ou crónica

A toxicidade depende:

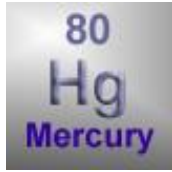
- tipo de metal
- forma tóxica existente
- biodisponibilidade
- solubilidade
- mobilidade na planta
- taxa de acumulação nos seres vivos
- local de acumulação
- posição do organismo na cadeia alimentar

Grau de exposição e entrada dos metais na cadeia alimentar:

COUNTERTHINK



Mercúrio (Hg²⁺):



Minamata disease was first discovered in Minamata city in Japan in 1956. It was caused by the release of **methylmercury** in the industrial **wastewater** from the Chisso Corporation's chemical factory, which continued from 1932 to 1968. Chisso Co. began using Minamata's bay as a repository for its mercury waste, poisoning thousands of people, and killing hundreds.

Consumo de peixe e de águas contaminadas por resíduos industriais contendo mercúrio

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

Relative atomic mass (A_r) and element names are shown in the table. Hg (Mercury) is highlighted in red in the 6th period, 12th group.

Legend:

- Metals: Blue, Alkali metal, Alkaline earth metal, Transition metals, Lanthanide, Actinide
- Semimetals: Yellow
- Nonmetals: Green
- Chalcogens element: Orange
- Halogens element: Red
- Noble gas: Purple

Standard State (100 °C, 101 kPa):
No - gas, Fe - solid, Ga - liquid, Ts - synthetic

Outros casos estudados de contaminações com Hg:
-no Iraque (1971-1972), consumo acidental de cereais que não eram destinados à alimentação, tratados com fungicida à base de metilmercurio

-é muito imóvel no solo, pouco absorvido pelas plantas, níveis na natureza estáveis desde há 50 anos

dimetilmercúrio $\text{CH}_3\text{-Hg-CH}_3$
sais de metilmercúrio $\text{CH}_3\text{-Hg-X}$
sais de fenilmercúrio $\text{C}_6\text{H}_5\text{-Hg-X}$

Efeito tóxico resulta da ingestão de alimentos contendo compostos orgânicos com Hg altamente tóxicos

Nível permitido/Dose de tolerância para adultos de 70 kg:
0.35 mg Hg por semana (0.2 se for na forma de metilmercúrio)

A maior parte do Hg ingerido na alimentação é no peixe

Fish and shellfish concentrate mercury in their bodies, often in the form of methylmercury, a highly toxic organic compound of mercury.

Species of fish that are **high on the food chain**, such as shark, swordfish, king mackerel, albacore tuna, contain **higher concentrations of mercury than others**, stored in the muscle tissues of fish; when a predatory fish eats another fish, it assumes the entire body burden of mercury in the consumed fish.

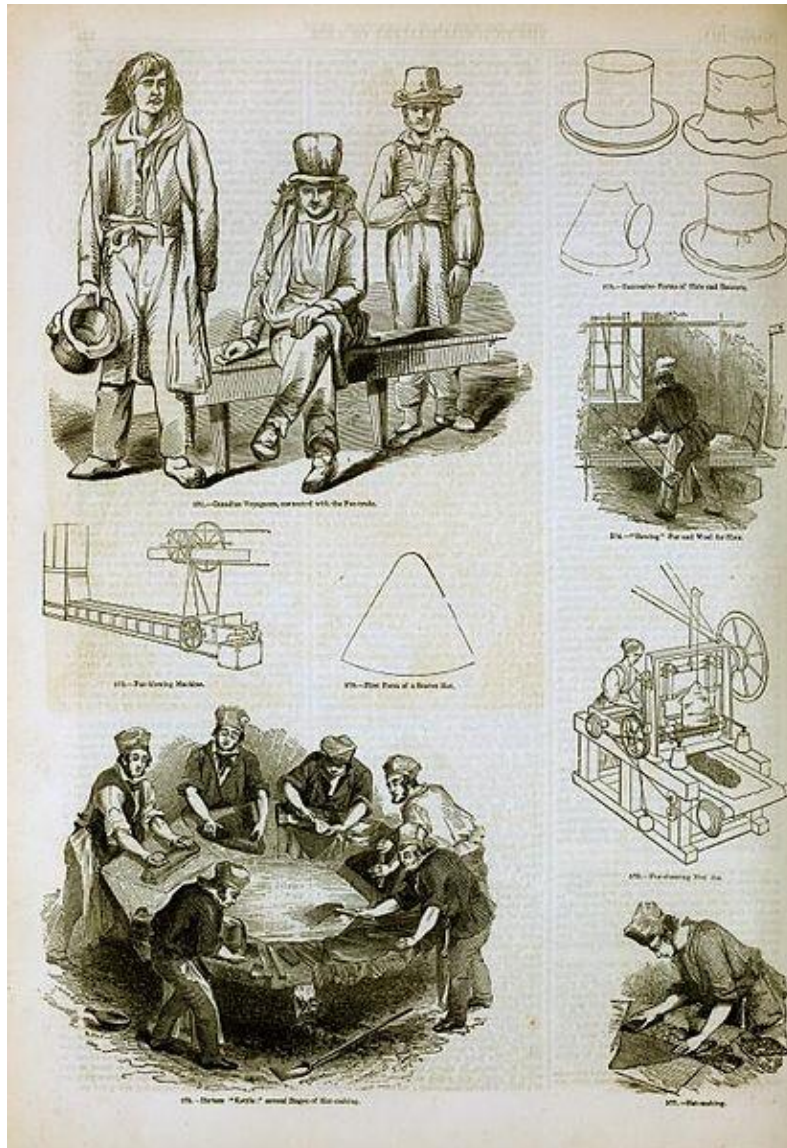
Recent tests indicate that up to 6 percent of canned light tuna may contain high Hg levels.

WHO (World Health Organization, OMS – Organização Mundial de Saúde) key facts

- Mercury is a naturally occurring element that is found in air, water and soil.
- Exposure to mercury – even small amounts – may cause serious health problems, and is a threat to the development of the child in utero and early in life.
- Mercury may have toxic effects on the nervous, digestive and immune systems, and on lungs, kidneys, skin and eyes.
- Mercury is considered by WHO as one of the top ten chemicals or groups of chemicals of major public health concern.
- People are mainly exposed to methylmercury, an organic compound, when they eat fish and shellfish that contain the compound.
- Methylmercury is very different to ethylmercury. Ethylmercury is used as a preservative in some vaccines and does not pose a health risk.

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

Mad hatter disease



Mad hatter disease, or mad hatter syndrome, is a commonly used name for occupational chronic mercury poisoning among hatmakers whose felting work involved prolonged exposure to mercury vapours. The neurotoxic effects included tremors, shyness and irritability. It was due to the use of inorganic mercury in the form of mercuric nitrate ($\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$) to treat the fur of small animals for the manufacture of felt hats, mainly up to the early 20th century. By the Victorian era the hatters' condition had become proverbial, as reflected in popular expressions like "mad as a hatter" and the hatters' shakes.

SAÚDE

Espanha desaconselha atum e espadarte a grávidas e crianças até aos dez anos. Portugal avalia risco

Recomendação resulta dos níveis de mercúrio encontrados no peixe. Em Portugal há uma avaliação “em fase final” que deverá resultar em “recomendações devidamente sustentadas”.



Inês Chaíça · 21 de Novembro de 2019, 9:55

5555
PARTILHAS



Grávidas e crianças até dez anos devem abster-se de comer **espadarte, atum-rabilho, tubarão (e cação) e lúcio**, de acordo com a recomendação da Agência Espanhola de Segurança Alimentar e Nutrição (AESAN), emitida no final de Outubro. Em Portugal ainda não há recomendações adaptadas à realidade portuguesa — mas a avaliação dos riscos está em “fase final”.

A recomendação não é nova — pelo menos desde 2011 que a agência espanhola desaconselha o consumo destas espécies a grávidas —, mas agora deixou de se aplicar apenas a crianças até aos três anos para se alargar até aos dez.

A razão principal é a presença de mercúrio, que estas espécies absorvem através das guelras e na sua forma mais tóxica (o metilmercúrio) e que fica acumulada nos tecidos gordos.

Chumbo (Pb²⁺):

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

http://www.kjggpbc.com/periodic.html

Legend:

- Metal
- Semimetal
- Nonmetal
- Alkali metal
- Alkaline earth metal
- Transition metals
- Lanthanide
- Actinide
- Chalcogens element
- Halogens element
- Noble gas

STANDARD STATE (100 °C, 101 kPa):
 Ne - gas, Fe - solid, Ga - liquid, Ti - synthetic

Editor: Aditya Venhan (adiv@rediffmail.com)

Efeito tóxico do Pb resulta da inalação, ingestão oral e cutânea (por contacto) a partir do ambiente

Forte neurotóxico, acumulável no organismo em tecidos e ossos, provoca danos e doenças graves ou morte

Nível permitido/dose semanal aceitável como temporária para adultos de 70 kg: 3.5 mg Hg por semana

Atualmente o nível médio de ingestão não constitui risco grave para os consumidores (Soares, 2003)

Regulamento (CE) nº 466/2001 da Comissão, regula teores máximos

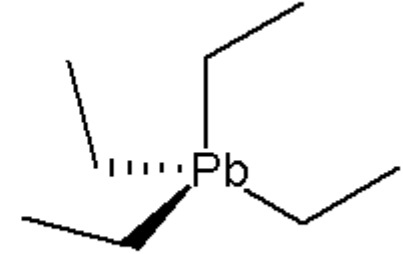
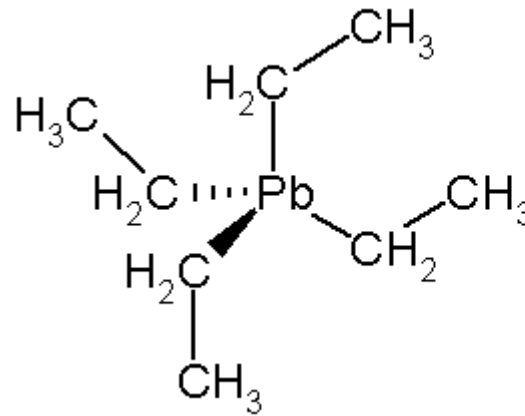
A contaminação dos alimentos a partir do solo é muito baixa - é muito móvel no solo, pouco absorvido pelas plantas

A contaminação é hoje pouco significativa: - controlo de soldadura de chumbo em embalagens revestida, tintas, cristais - controlo de canalizações da água de consumo, utensílios de cozinha e de limpeza

O tetraetilo de chumbo foi usado como aditivo na gasolina durante quase todo o século XX:

-Pb no ambiente aumentou com a industrialização principalmente devido à emissão pela gasolina com chumbo:

*utilização de aditivos $(C_2H_5)_4Pb$ para aumentar o índice de octanas da gasolina; é convertido por combustão em PbO , $PbCl_2$ e outros compostos inorgânicos contendo chumbo



*-encontrava-se numa largura de 30 m ao longo das estradas;
-a 100 m de uma estrada de muito trafico os níveis de Pb na atmosfera diminuem, num factor de 10, no solo e nas plantas com um factor de 20*



Sugestão de leitura:
Cap 10. Chumbo, o fiel inimigo.
Breve história de quase tudo,
Bill Bryson, 2004. Quetzal Editores





"Super" tem os dias contados

Patrícia Dinis · 17 de Maio de 1999, 0:00

Se é um orgulhoso possuidor de um Volkswagen Beetle 1600 ou o vaidoso dono de um Ford Capri, saiba que o fim anunciado da gasolina com chumbo, vulgarmente conhecida por "super", não ameaçará os carismáticos passeios de fim-de-semana ao volante da sua relíquia. É só, a partir do próximo dia 1 de Julho, servir ao seu "amigo com rodas" um novo "néctar" que tanto ele como o ambiente certamente apreciarão: a gasolina aditivada.

WHO (World Health Organization, OMS – Organização Mundial de Saúde) key facts

- People can become exposed to lead through occupational and environmental sources. This mainly results from:
 - inhalation of lead particles generated by burning materials containing lead, for example, during smelting, recycling, stripping leaded paint, and using leaded gasoline or leaded aviation fuel; and
 - ingestion of lead-contaminated dust, water (from leaded pipes), and food (from lead-glazed or lead-soldered containers).
- WHO has identified lead as 1 of 10 chemicals of major public health concern.
- There is now only one country that continues to use leaded fuel. More, however, needs to be done regarding the phasing out of lead paint: as of 30 September 2018, only 36% of countries have confirmed that they have legally binding controls on the production, import, sale and use of lead paints.
- An additional source of exposure is the use of certain types of unregulated cosmetics and medicines. High levels of lead have, for example, been reported in certain types of kohl, as well as in some traditional medicines used in countries such as India, Mexico and Viet Nam. Consumers should therefore take care only to buy and use regulated products.

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

Leaded petrol phase-out globally 2019

ONU celebra fim de gasolina com chumbo para automóveis

Observador, 30 de Agosto de 2021

O Programa das Nações Unidas para o Ambiente anunciou que o último país a utilizar gasolina com chumbo banuiu a sua venda -- a sua erradicação é "um marco para a saúde global e para o ambiente."

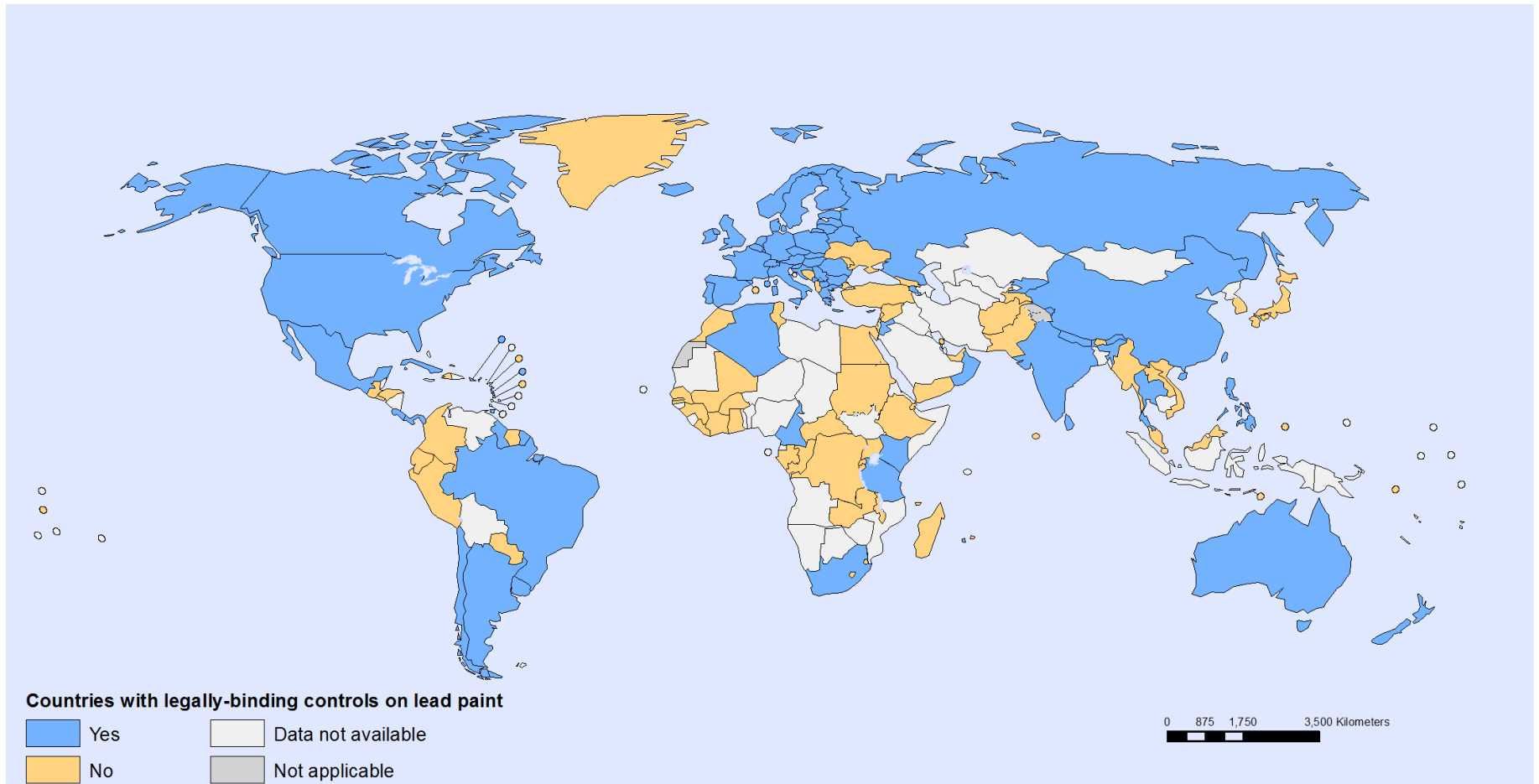
A Argélia acabou no mês passado com a venda de gasolina com chumbo para automóveis, o que a agência ambiental da ONU considera **“um marco gigantesco para a saúde global e para o ambiente”**.

Leaded Petrol Phase-out



Leaded petrol poisoning has been one of the world's most serious environmental health problems, responsible for 90% or more of human lead exposure. A UNEP-commissioned study (Hatfield, Journal of Environmental Health, 2011) estimates the benefits of the global elimination of leaded petrol at over 1.2 million premature deaths avoided per year, of which 125,000 are children. The overall global benefit of eliminating leaded petrol adds up to \$2.45 trillion per year.

Countries with legally-binding controls on lead paint, as of 20 October 2017



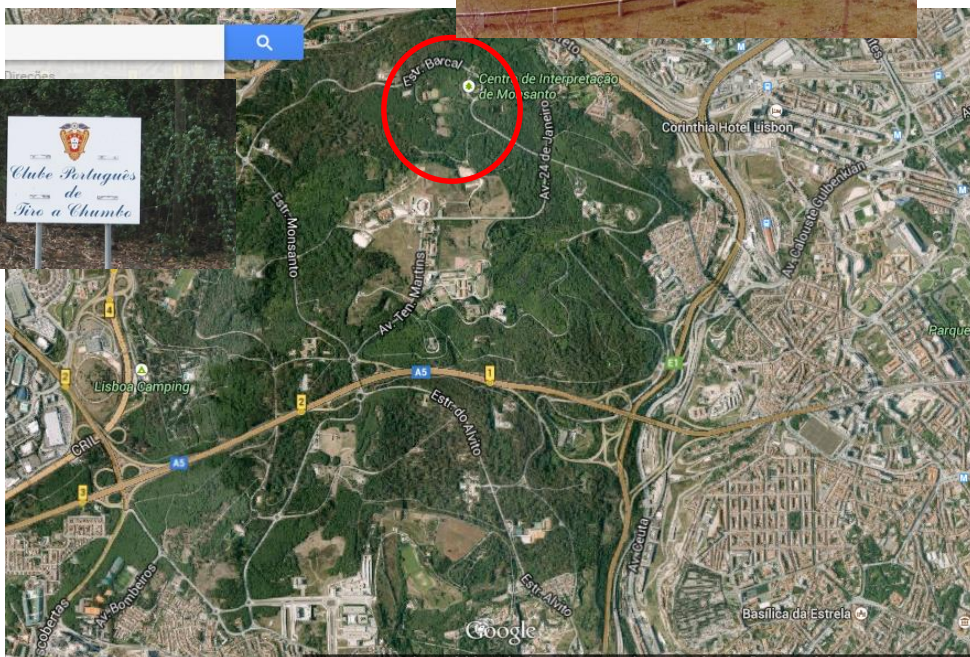
The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Data Source: World Health Organization/
United Nations Environment
Map Production: Information Evidence
and Research (IER)
World Health Organization



© WHO 2017. All rights reserved.

Chumbo (Pb²⁺):



Chumbo (Pb^{2+}):

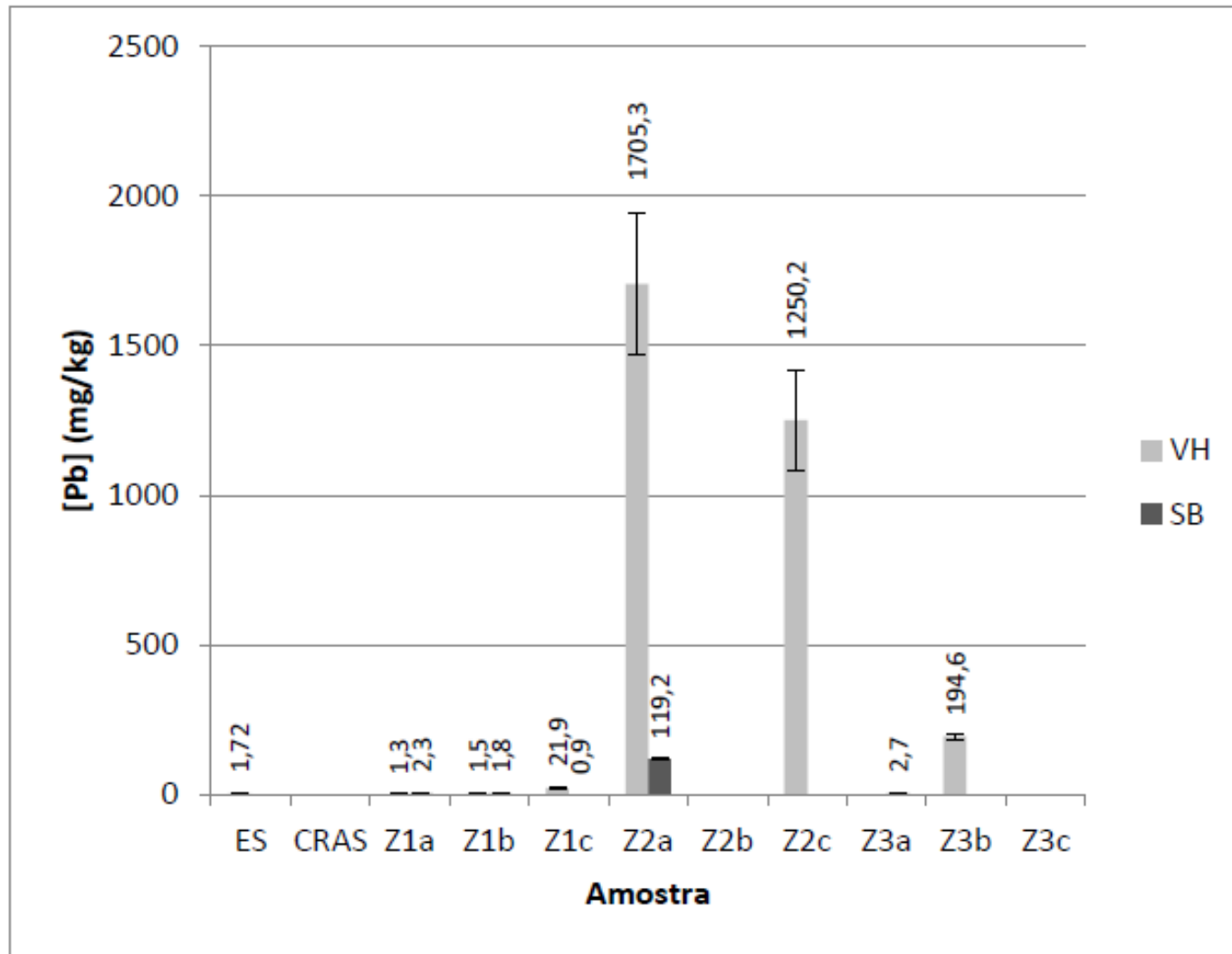


Figura 3 - Concentração de chumbo (mg/kg) em amostras de plantas do CPTC (VH - vegetação herbácea, SB - folhas de sobreiro).

WE MUST COMPLY WITH THE LAW – OR LOSE LEAD



SUMMARY OF THE LAW

ENGLAND AND WALES:

Lead shot must not be used anywhere for ducks, geese, waders, coots and moorhens

SCOTLAND AND NORTHERN IRELAND:

Lead shot must not be used over foreshore or wetlands.

FOR DETAILS OR TO SIGN TO SHOW YOUR SUPPORT VISIT
WWW.LEADSHOTCAMPAIGN.ORG.UK

... muito reduzido. Quando isto se associa a uma perspectiva de neutralidade e ela está longíssimo de acontecer, estamos a perturbar as contas do país e não queremos que isso aconteça. No que diz respeito aos sacos de plástico não há muito a fazer, a taxa deve manter-se, mas a alteração do comportamento ambiental está conseguida, portanto não há grandes alternativas de receita.

Acaba por assumir que haverá novas taxas. A comissão para a reforma da fiscalidade verde propôs muitas...

É verdade. Dou-lhe um exemplo concreto: Portugal é um dos poucos países da União Europeia onde ainda se pode caçar com chumbo. Esse é um exemplo concreto de um produto a taxar.

...s, boa parte
Como a
ambiente é
... estamos a

ambiente

28 Março 2018



CLIMA | EXCLUSIVOS | PORTUGAL | DESPORTO | OPINIÃO | BOA VIDA | VIDAS

Cinco mortos num só dia nas estradas portuguesas

Choque com autocarro mata jovem de 19 anos

Engravidada aos 16 anos após abusos de vizinho em Cantanhede

Jovem muçulmana já tem equipamento para jogar basquetebol

Ponte colapsa em Toulouse. Há pelo menos um morto

Ambientalistas pedem fim do uso do chumbo

Coligação C-6 considera que munições com metal contaminam água, solos, fauna e pessoas.

João Saramago | 28 de Março de 2018 às 08:59

[+ LIDAS DO DIA](#) [+ LIDAS DE SOCIEDADE](#)

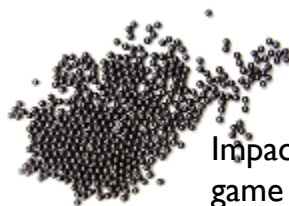
Debem PORTUGAL

A coligação de seis organizações ambientalistas portuguesas, a C-6, defende que **devem ser proibidas as munições com chumbo na caça** (...)

Para os ambientalistas "uma das situações mais graves é a caça com munições contendo granalha de chumbo. Portugal é um dos países europeus onde é possível caçar com estas munições, que contaminam a água, os solos, a fauna e as pessoas".

A C-6 considera insuficiente que "no nosso País, a proibição da utilização de munições com granalha de chumbo vigore apenas nas zonas húmidas dentro de áreas classificadas".

Aceites as propostas, estas poderão entrar em vigor a partir de agosto, no próximo calendário venatório. A proposta contra o uso de chumbo é contestada pelo caçadores. José Baptista, do Movimento Caçadores + Caça, **diz que "não está provado que represente um mal para a Natureza"**.



ANNEX XV INVESTIGATION REPORT

A review of the available information on lead in shot used in terrestrial environments, in ammunition and in fishing tackle

IUPAC NAME(S): Lead and its compounds

EC NUMBER(S): -

CAS NUMBER(S): -

CONTACT DETAILS OF THE DOSSIER SUBMITTER: European Chemicals Agency

VERSION NUMBER: 1.4

DATE: 27 November 2018

Impacts on human health from the consumption of lead contaminated game meat **are not negligible** and may negatively affect vulnerable populations including children and regular game meat consumers (including hunters and their networks).

In the EU, Commission Regulation 1881/2006 sets maximum levels (MLs) for certain contaminants in food; for lead the ML is 0.1 ppm in bovine animals, sheep, pigs and poultry (excluding offal). No ML has been set for game meat, in which average levels in the UK (gamebirds) and EU (all game) can exceed the EU ML for domestic animal meat by a factor of 12-31 (Pain et al. 2010, EFSA 2013).

Lead ammunition (excluding ammunition used in military and police activities) is still widely used in hunting. COWI (Cowi, 2004) estimated the total emission of lead in 2005 for the EU15, Hungary, Lithuania and Poland together to be 150 tonnes per year for hunting using centre firing ammunition.

(...), the development of lead free alternatives has accelerated and hunters nowadays have access to a wide variety of alternatives that perform equally well (and sometimes better⁴⁵) than traditional lead ammunition.

Lead-based fishing tackle is frequently lost during use. In fact, some contemporary fishing practices encourage the deliberate release of lead weights to the aquatic environment in some circumstances



Um terço das crianças do mundo estão intoxicadas com chumbo

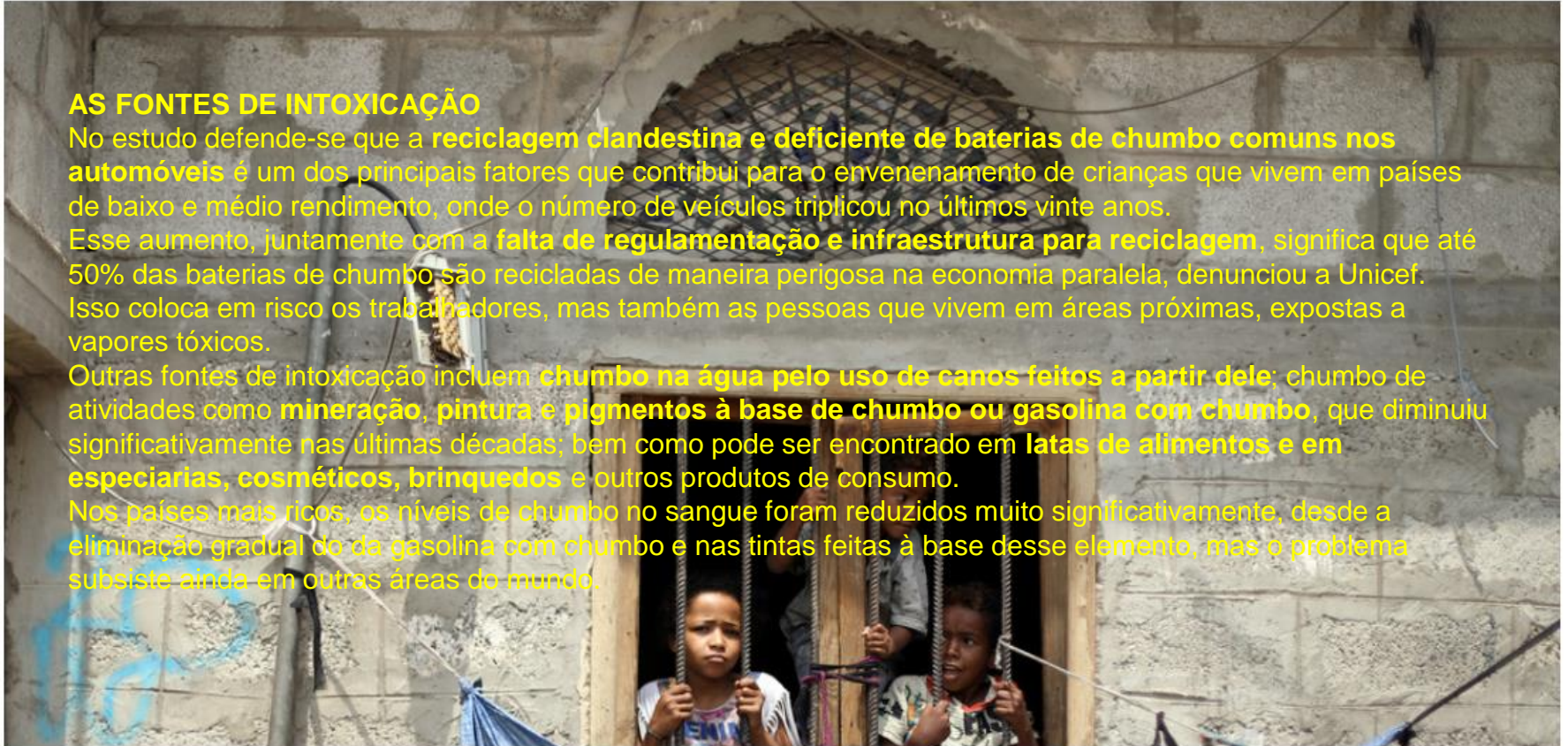
AS FONTES DE INTOXICAÇÃO

No estudo defende-se que a **reciclagem clandestina e deficiente de baterias de chumbo comuns nos automóveis** é um dos principais fatores que contribui para o envenenamento de crianças que vivem em países de baixo e médio rendimento, onde o número de veículos triplicou no últimos vinte anos.

Esse aumento, juntamente com a **falta de regulamentação e infraestrutura para reciclagem**, significa que até 50% das baterias de chumbo são recicladas de maneira perigosa na economia paralela, denunciou a Unicef. Isso coloca em risco os trabalhadores, mas também as pessoas que vivem em áreas próximas, expostas a vapores tóxicos.

Outras fontes de intoxicação incluem **chumbo na água pelo uso de canos feitos a partir dele**; chumbo de atividades como **mineração, pintura e pigmentos à base de chumbo ou gasolina com chumbo**, que diminuiu significativamente nas últimas décadas; bem como pode ser encontrado em **latas de alimentos e em especiarias, cosméticos, brinquedos** e outros produtos de consumo.

Nos países mais ricos, os níveis de chumbo no sangue foram reduzidos muito significativamente, desde a eliminação gradual da gasolina com chumbo e nas tintas feitas à base desse elemento, mas o problema subsiste ainda em outras áreas do mundo.



<https://sicnoticias.pt/saude-e-bem-estar/2020-07-30-Um-terco-das-criancas-do-mundo-estao-intoxicadas-com-chumbo>

Em 33 concelhos portugueses bebe-se água com chumbo

9 de Novembro de 2001, 16:06

🔔 Receber notificações



O chumbo é armazenado no osso e pode afectar vários outros sistemas orgânicos como o nervoso central ou renal, provocando dor abdominal, náuseas, vómitos, anemia, dores musculares, alterações da memória, convulsões e até coma. Em 1994 havia pelo menos 180 mil metros de ramais em chumbo (cerca de 60 mil ramais) para abastecer 90 milhares de habitações, segundo um estudo da Comissão Especializada da Qualidade da Água da Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas (APDA), divulgado hoje num encontro sobre a problemática do chumbo na água para consumo humano.

Com base num inquérito a 305 concelhos, abrangendo cerca de 7,6 milhões de habitantes, a APDA concluiu que em 27 desses concelhos há ramais de ligação em chumbo nos sistemas de distribuição, com predominância em Lisboa (com seis desses 27 concelhos), Porto (3) e Açores (3), informou a Lusa.

A existência de redes internas em chumbo foi detectada em 33 concelhos, destacando-se Lisboa, com 6 desses concelhos, Viseu (quatro concelhos), Santarém (3) e Açores (3).

<https://www.publico.pt/2001/11/09/sociedade/noticia/em-33-concelhos-portugueses-bebese-agua-com-chumbo-48993>

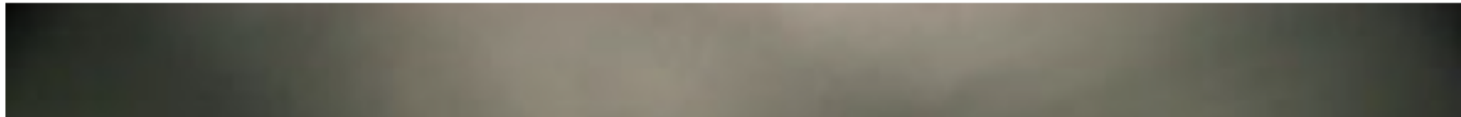
AMBIENTE

Água para consumo em Sines regista valores de chumbo acima do máximo admissível

Carlos Dias

1 de Junho de 2010, 12:14

🔔 Receber notificações



A Câmara de Sines denunciou, ontem, os impactes ambientais negativos decorrentes da actividade da refinaria de Sines, realçando os "resultados negativos" que estão patentes no relatório ambiental anual de 2009, elaborado pela Galp Energia no âmbito da sua licença ambiental.

A autarquia destaca a gravidade dos valores de chumbo observados em vários piezómetros (furos de observação do aquífero superficial), acima do valor máximo admissível - registos entre 59,90 microgramas/litro (m/l) e 133 m/l, quando o tecto daquele valor é de 50 m/l. Também são comparados estes dados actuais com os resultados das análises realizadas em 2009 à qualidade da água para abastecimento humano, e verifica que o parâmetro "chumbo" registou sempre valores muito abaixo dos admitidos, na generalidade dos casos inferiores a 6 m/l.

<https://www.publico.pt/2010/06/01/ciencia/noticia/agua-para-consumo-em-sines-regista-valores-de-chumbo-acima-do-maximo-admissivel-1440015>

Limites legais de metais pesados em vegetais

Regulamento (CE) No 1881/2006 da Comissão alterado pelo Regulamento (CE) No 2015/1005

>1/1/2016

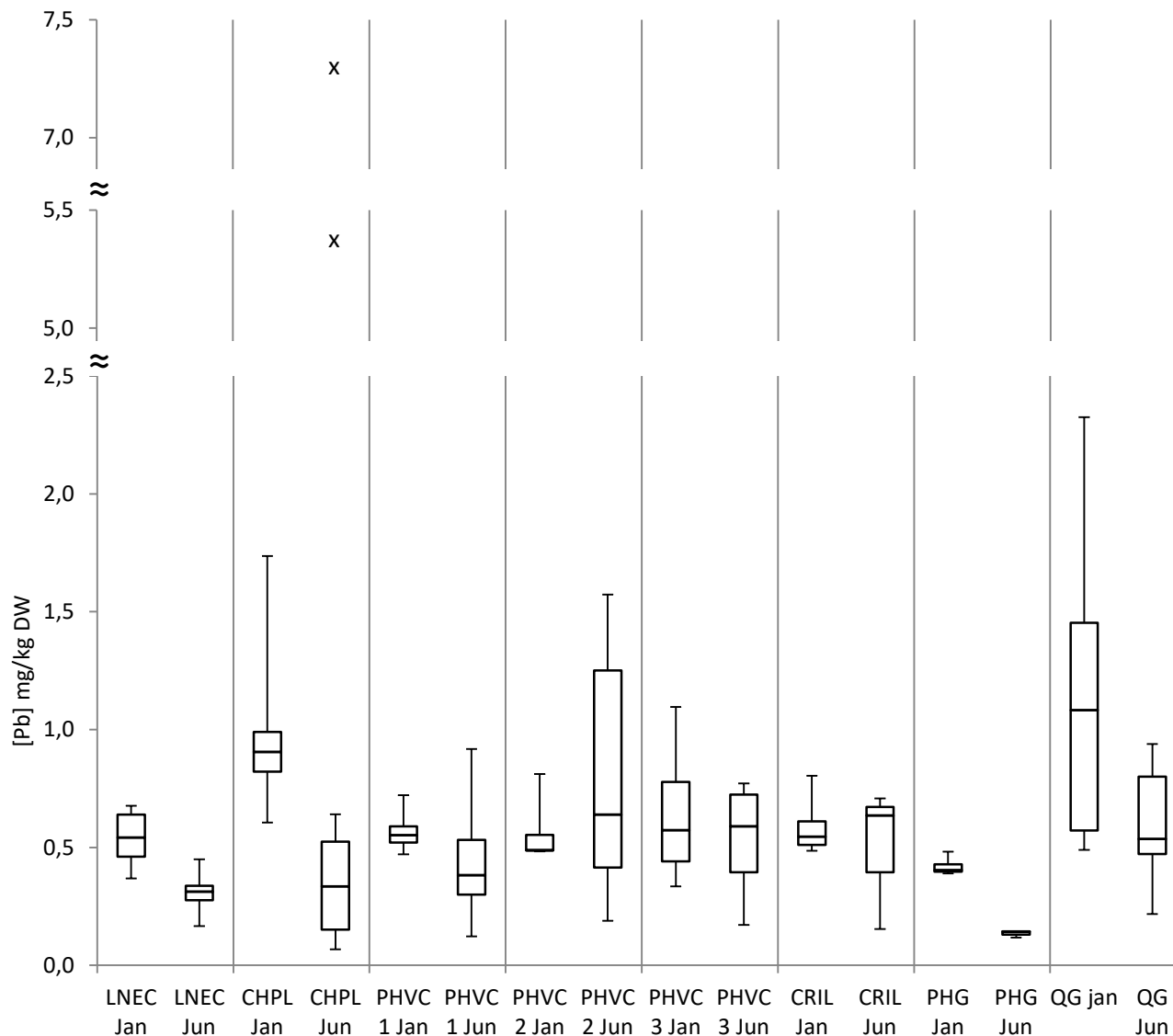
Limites máximos aplicáveis após lavagem do produto e separação da parte comestível

Pb



Produto	Limite máximo (mg/kg PF) 2015/1005
Couves de folha, salsifis, produtos hortícolas de folha excluindo ervas aromáticas frescas e os seguintes cogumelos (...)	0,30
Airelas, groselhas, bagas de sabugueiro-preto e medronhos	0,20
Produtos hortícolas, com exceção de couves de folha, salsifis, produtos hortícolas de folha e plantas aromáticas frescas, cogumelos, algas e frutos de hortícolas	0,10
Frutos, com exceção de airelas, groselhas, bagas de sabugueiro--preto e medronhos	0,10
Milho doce	0,10
Frutos de hortícolas (à exceção de milho doce)	0,05

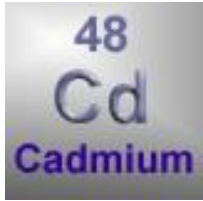




O valor máximo permitido para o Pb em brassicas e vegetais de folha é de 0,3 mg/kg PF (correspondendo aproximadamente a 3 mg/kg PS). Com a exceção de duas amostras todas as couves e alfaces analisadas estavam abaixo deste limite.



Cádmio (Cd^{2+}):



Actua como agente cancerígeno, tem toxicidade cumulativa (semi-vida de 18-30 anos)

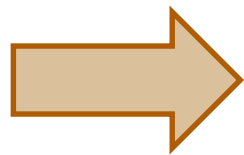
Ingestão prolongada causa acumulação nos rins e também o fígado

Dose letal média para o Homem: 0.027 g/kg

Actualmente o nível médio de ingestão não constitui risco grave para os consumidores

Absorção do Cd pelas vias respiratórias é cerca de 50 % e por vias orais cerca de 5 %

ex. fumo do tabaco = 2-4 μg Cd



-é muito solúvel e por essa razão pode ser muito facilmente absorvido pelas plantas e contaminar a cadeia alimentar

Vias de contaminações por Cd:

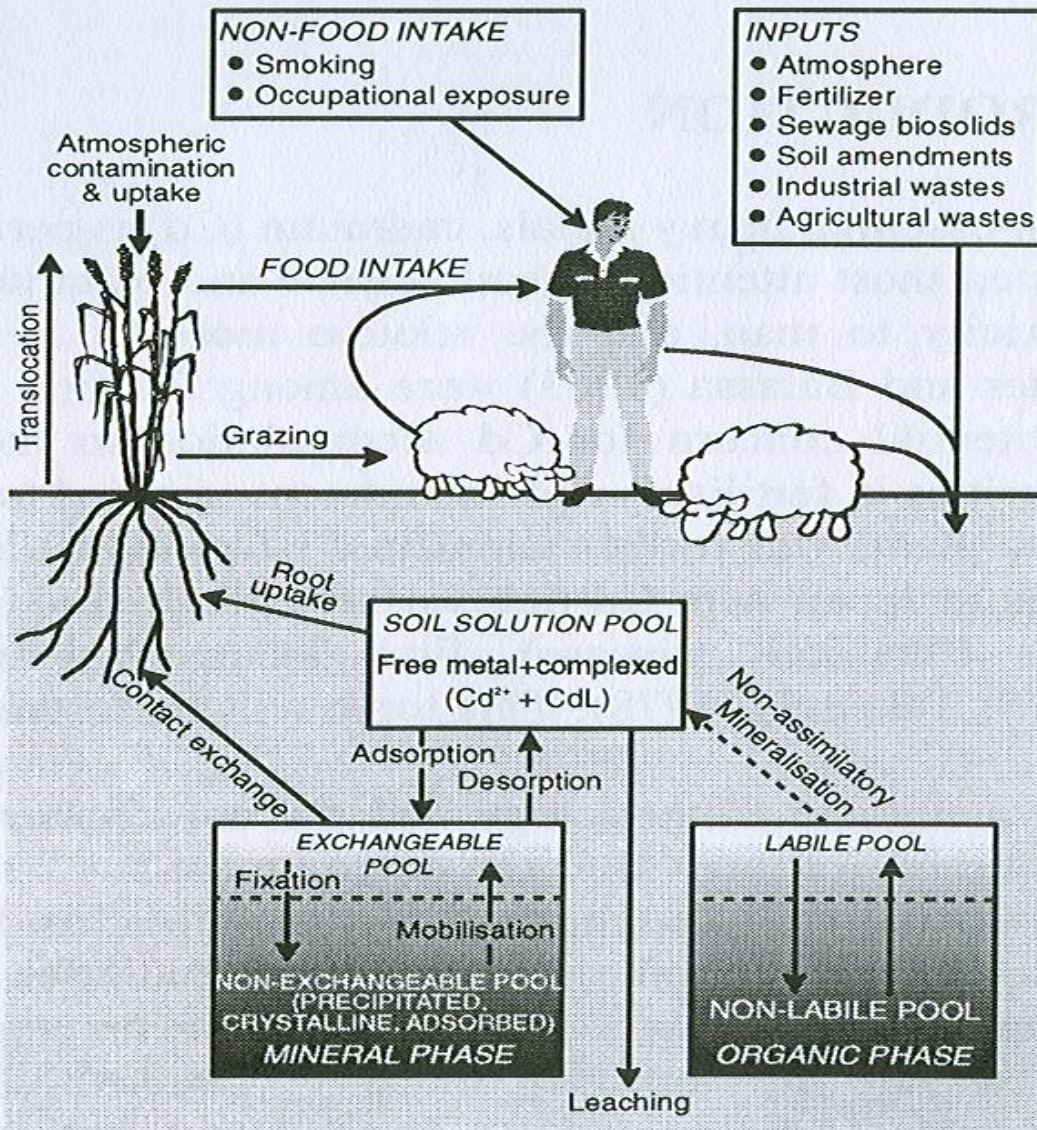


Figure 1.1 Fluxes of Cd in soils, plants and the food chain.

-Águas e efluentes industriais, resíduos sólidos urbanos, lamas de ETAR, pilhas, combustão de combustíveis fósseis e de materiais plásticos

-Alimentos de origem vegetal: absorção a partir do solo (cerca de 0.2-16 mg/kg); absorção pelas plantas e translocação para os diferentes tecidos

-Alimentos de origem animal: leite, mariscos e em órgãos internos de animais terrestres (fígado, rins)

Efeito na saúde humana de exposição continuada ao Cd:

Principais órgãos afectados:

sistema osseo, pulmões e aparelho respiratório, rins, fígado (detectável na urina)

Principais efeitos:

carcinogénico, teratogénico (malformações), mutagénico

Desenvolvimento de doenças várias, de fígado, rins, ossos e pulmões

The rice absorbed all heavy metals, especially the cadmium, that accumulates in the people eating contaminated rice.

Itai-itai disease (イタイタイ病 *itai-itai byō*), ("ouch-ouch" disease)



Caused by **cadmium poisoning** due to mining in Toyama; started in 1589 and continuing through 1945, cadmium was released in significant quantities by mining operations, and the disease first appeared around 1912.

The river *Jinzu* was used mainly for **irrigation** of rice fields, but also for **drinking water, washing, fishing**, and other uses by downstream populations.

http://en.wikipedia.org/wiki/Itai_itai

Limites legais de metais pesados em vegetais

Regulamento (CE) No 1881/2006 da Comissão alterado pelo Regulamento (CE) No 488/2014

Cd



Limites máximos aplicáveis após lavagem do produto e separação da parte comestível

Produto

**Limite máximo
(mg/kg PF)
488/2014**

Produtos hortícolas de folha, plantas aromáticas frescas, couves de folha, aipos, aipo-rábano, pastinagas, salsifis e os seguintes cogumelos (...)

0,20



Raízes e tubérculos (exceto aipo-rábano, pastinagas, salsifis e rábanos), produtos hortícolas de caule (com exceção de aipos). No caso das batatas, o limite máximo aplica-se a batatas descascadas

0,10



Produtos hortícolas e frutos, com exceção de raízes e tubérculos, produtos hortícolas de folha, plantas aromáticas frescas, couves de folha, produtos hortícolas de caule, cogumelos e algas

0,05



1988 – FAO/WHO PTWI 7 $\mu\text{g}/\text{kg bw}$
2010 - FAO/WHO PTWI 5,8 $\mu\text{g}/\text{kg bw}$
2011– EFSA 2,5 $\mu\text{g}/\text{kg bw}$

- Highest cadmium concentrations were detected in the following food commodities: seaweed, fish and seafood, chocolate, and foods for special dietary uses. Specific food items that showed high concentrations are fungi, oilseeds and edible offal.
- The food groups that contribute to the major part of the dietary cadmium exposure, primarily because of the high consumption are cereals and cereal products, vegetables, nuts and pulses, starchy roots or potatoes and meat and meat products.
- The mean dietary exposure for adults across EU countries is between 1.9 and 3.0 $\mu\text{g}/\text{kg body weight (b.w.) per week}$ and high consumers have estimates in the range of 2.5 to 3.9 $\mu\text{g}/\text{kg b.w. per week}$. Exposure for toddlers and children appears to be higher than for adults, primarily due to the greater amount of food consumed in relation to body weight.
- Vegetarians have a higher dietary exposure calculated to be up to 5.4 $\mu\text{g}/\text{kg b.w. per week}$.
- Tobacco smoking can lead to a similar internal exposure as that from the diet.
- House dust can be an important source of exposure to cadmium for children.
- Inhalation exposure in the general non-smoking population contributes only to a minor extent to the overall exposure. Pulmonary absorption of cadmium is higher compared with gastrointestinal absorption.
- Cadmium is retained in the human kidney and liver with a very long biological half-life ranging from 10 to 30 years.

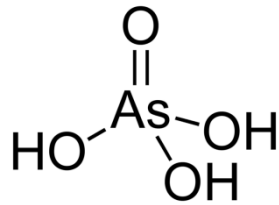


Arsénio:

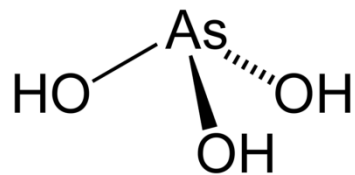
As formas químicas mais tóxicas são as que contêm oxigénio, arsina (AsH_3) e o óxido de arsénio (As_2O_3) (carcinogénico)

Inorgânicas:

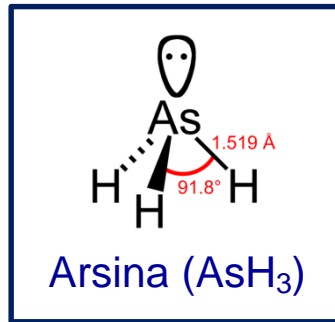
Arsenitos (As^{3+}), As(III)
Arsenatos (As^{5+}) As(V)



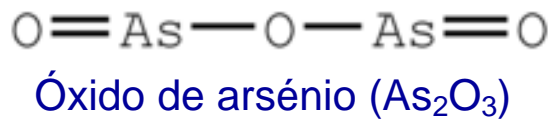
Ácido arsénico (H_3AsO_4)
-arsenato-



Ácido arsenoso (H_3AsO_3)
-arsenito-



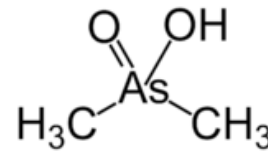
Arsina (AsH_3)



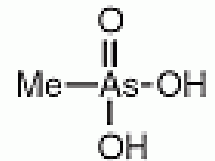
Óxido de arsénio (As_2O_3)

Orgânicas:

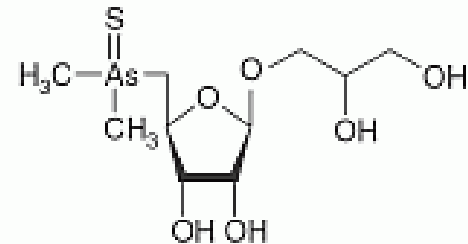
Arseno-açúcares, Ácido dimetilarsínico, Ácido metilarsínico, etc., diversas



Ácido dimetilarsínico
DMA



Ácido metilarsínico
MA



Arseno-açúcares

"Arsenic the king of poisons, has probably influenced human history more than other element or toxic compound"

"It was used to kill many aristocratic and noble gentlemen, terrorize others (...), employed by women to free themselves from tyrannical husbands and unwanted lovers"

Frankenberger, W.T.2002



There is a theory that **Napoleon Bonaparte** (1769–1821) suffered and died from arsenic poisoning during his imprisonment on the island of Saint Helena.

Idade média:



- Arsenic oxide is tasteless, odorless, cheap, powdery white
- Can be administered with sugar, does not diminish appetite, is fatal in small doses,
- The symptoms of **chronical and acute poisoning** mimic natural diseases obfuscating the true cause of death.



Forensic samples of his hair did show high levels, **13 times the normal amount of the element**, but at that time copper arsenite was used in several products as a **pigment** in some wallpapers and inks

A contaminação dos alimentos com As tem **origem antropogénica** e resulta das diferentes formas de utilização ou de contaminações acidentais

Efeito tóxico por inalação, ingestão e contacto - Há rápida absorção e rápida eliminação pela urina (semi-vida de 1-2 dias)

Exposição continuada pode levar a retenção de 30-40% nos ossos, músculos, pele, cabelo e unhas (tecidos ricos em queratina)

- Pesticidas, herbicidas, insecticidas (**arsenato de cobre tem elevada toxicidade**)
- Agentes descolorantes, agentes conservantes de madeiras, pigmentos (de papel, velas, enfeites e elementos decorativos etc.)
- Produtos farmacêuticos e veterinários (feed additives): para tratamento por longo tempo de doenças de pele, leucemias persistentes, reumatismo, sífilis, malária e outras (*Frankenberger, W.T.2002*)
- Profissões expostas (p.ex. Minas de cobre, ouro, lead)

Accidental poisoning remains problematic:

- 1955: drinking of contaminated **dry milk** results in chronic and acute poisoning of 13419 Japanese children, 839 have died
- of 5000 cases of **heavy metal ingestion** reported by American Association of Poison Control Centers in 1984, arsenic was found to be the most commonly involved (over 1200 incidents)

As contaminações de ARSÊNIO da água e do ambiente têm tendência a aumentar

SOS ARSENIC POISONING IN BANGLADESH / INDIA.

THE WORLD'S POOREST POPULATION IN BANGLADESH, ARE SUFFERING FROM ARSENIC POISONING, SOCIAL AND ENVIRONMENT DEGRADATION

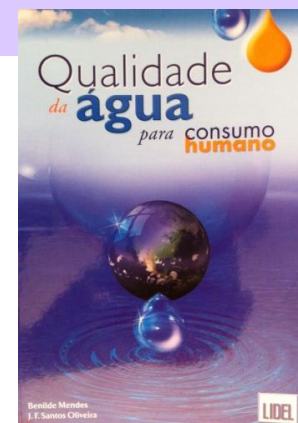
A exposição a arsénio inorgânico do ambiente, especialmente na água de consumo, aumenta o risco de cancros de diversas origens (por alterações genéticas, mutagénicas, teratogénicas).

Arsenic threatens the drinking water resources in many parts of the world, and the consumption of the water over the years must resulted in untold suffering by millions of people *Frankenberger, W.T.2002*

-verificam-se elevados níveis de arsénio em águas subterrâneas na Tailândia, China, India, Bangladesh, Taiwan, Chile, Argentina, México, Canadá e USA, devido à utilização de produtos contendo arsénio na agricultura

Benilde Mendes, J. F. Santos Oliveira. Lidel. 2004.

As em águas de consumo (pag 382)
Cd em águas de consumo (pag 392)
Hg em águas de consumo (pag 411)



Siga o tópico Ambiente e receba um alerta assim que um novo artigo é publicado. ✕



Agência Lusa
Texto

08 out 2020, 01:11  1 

ZERO teme contaminação dos solos e águas subterrâneas com arsénio no Vale da Rosa em Setúbal

A associação ZERO alertou esta quarta-feira a secretaria de Estado do Ambiente que o Vale da Rosa, em Setúbal, pode estar contaminado com arsénio, elemento químico que pode causar cancro.



O arsénio é uma substância que pode causar diversos tipos de cancro.

A ZERO tinha denunciado a existência de um depósito de cerca de 30 mil toneladas de resíduos perigosos, perto das antigas instalações da empresa Metalimex, junto ao Complexo Municipal de Atletismo de Setúbal no passado mês de junho.

AMBIENTE

Depósito de resíduos perigosos junto ao estuário do Sado é maior do que o do Vale da Rosa

P CONTEÚDO EXCLUSIVO

Na Mitrena, em zona protegida à beira-rio, há serras maiores e mais antigas do mesmo material classificado como perigoso.

Francisco Alves Rito

16 de Março de 2021, 7:13

 Receber notificações

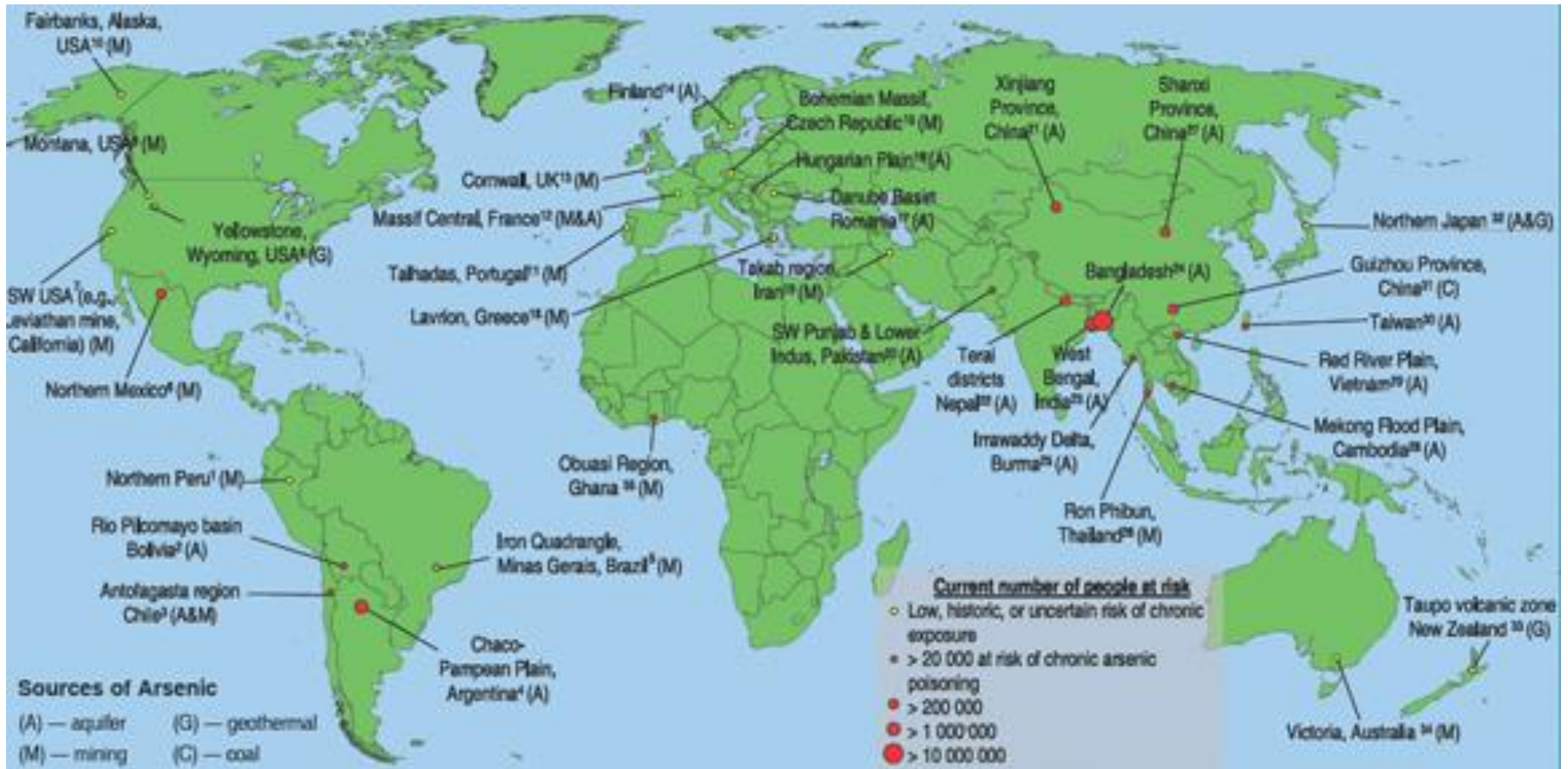
Na zona de protecção da Reserva Natural do Estuário do Sado, em Setúbal, há um depósito clandestino de resíduos, em maior quantidade e mais antigo, do que o que foi descoberto no ano passado, no Vale da Rosa, no mesmo concelho.

O depósito de material junto ao Complexo Municipal de Atletismo de Setúbal, [noticiado pelo PÚBLICO, em Junho do ano passado](#), foi classificado como de resíduos perigosos, pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), por conter **arsénio, cádmio, chumbo, mercúrio, níquel e manganês**, tendo as autoridades calculado que estão no local 80 mil toneladas.

WHO (World Health Organization, OMS – Organização Mundial de Saúde) key facts

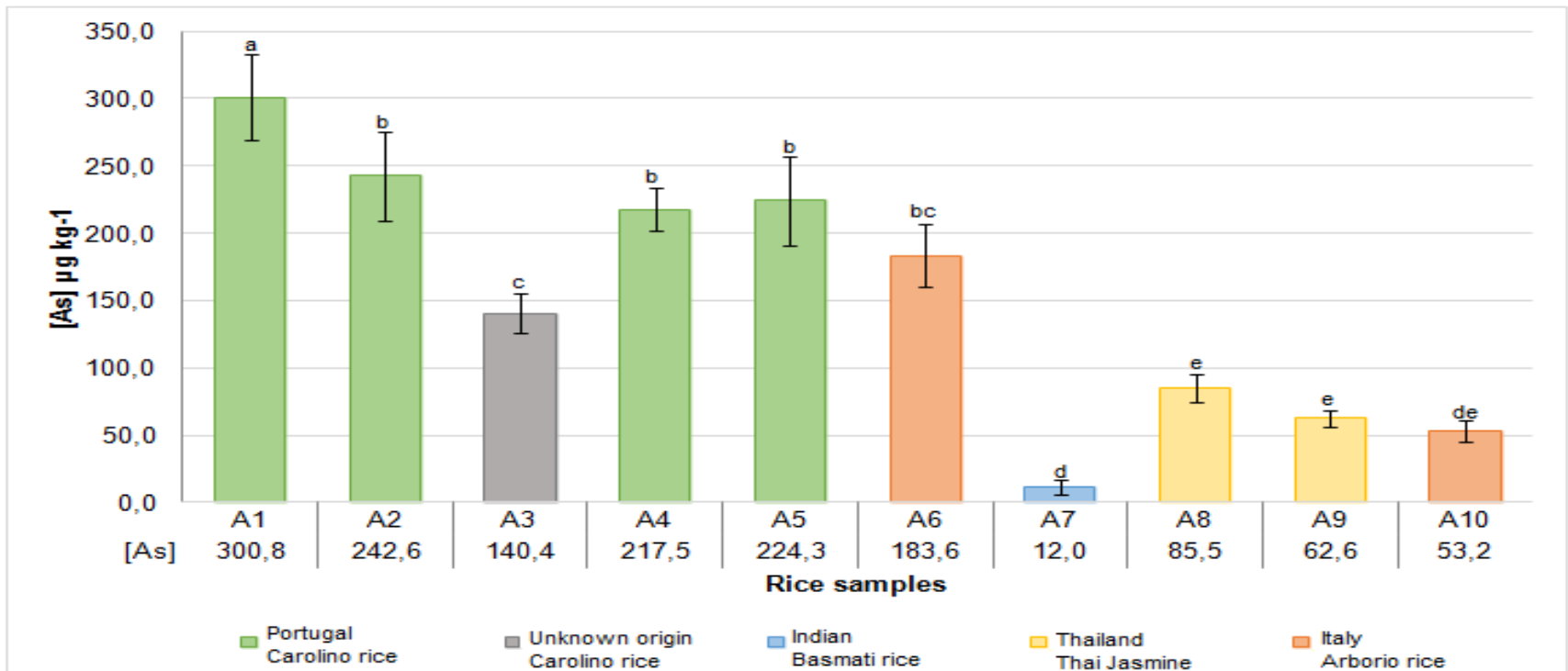
- WHO has identified arsenic as 1 of 10 chemicals of major public health concern.
- Arsenic contamination of groundwater is widespread and there are a number of regions where arsenic contamination of drinking-water is significant. It is now recognized that at least **140 million people in 50 countries** have been drinking water containing arsenic at levels above the WHO provisional guideline value of 10 µg/L.
- Arsenic in Bangladesh has attracted much attention since recognition in the 1990s of its wide occurrence in well-water in that country. Since this time, significant progress has since been made and the number of people exposed to arsenic exceeding the Bangladesh drinking-water quality standard has decreased by approximately 40%. Despite these efforts, it was estimated that in 2012 about 19 million and 39 million people in Bangladesh were still exposed to arsenic concentrations above the national standard of 50 µg/L and the WHO provisional guideline value of 10 µg/L respectively.
- The current recommended limit of arsenic in drinking-water is 10 µg/L, although this guideline value is designated as provisional because of practical difficulties in removing arsenic from drinking-water. **Every effort should therefore be made to keep concentrations as low as reasonably possible and below the guideline value when resources are available.**

Contamination with arsenic



http://www.iupac.org/publications/ci/2008/3004/2_garelick.html

Arsenic concentrations ($\mu\text{g kg}^{-1}$) in rice samples



Different lower case letters indicate differences between the samples.

Simões, A. C. “Avaliação da presença de arsénio em arroz e produtos derivados de arroz”, 2014, Tese de Mestrado em Eng. Alimentar, ISA, Lisboa.

Cr

Chromium
51.996

Chromium (Cr) [Crómio]

Chromium is extremely hard, and is the third hardest element behind carbon (diamond) and boron.

While chromium metal and Cr(III) ions are not considered toxic, hexavalent chromium, Cr(VI), is both toxic and carcinogenic. Abandoned chromium production sites often require environmental cleanup.[9]

From 1952 to 1966, Pacific Gas and Electric Company (PG&E) dumped about 370 million gallons (1,400 million litres) of chromium-tainted wastewater into unlined wastewater spreading ponds around the town of Hinkley, California, located in the Mojave Desert (about 120 miles north-northeast of Los Angeles).

PG&E used chromium 6, or hexavalent chromium (a cheap and efficient rust suppressor), in its compressor station for natural-gas transmission pipelines. Hexavalent-chromium compounds are genotoxic carcinogens.



2000



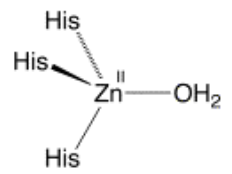
30
Zn
 Zinc
 65.39

Zinco (Zn)

O Zinco é um metal de transição com número atômico 30 e é o 23º elemento mais abundante do planeta

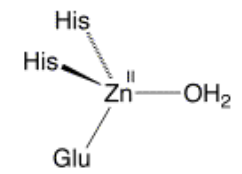
O zinco é um element essencial para todos os seres vivos e um adulto humano contem cerca de 3 gramas de Zn no seu corpo.
 O zinco é o segundo metal mais abundante do organism (depois do Fe) e o único metal presente em todas as seis classes de enzimas.

Examples of Zinc Enzymes and Proteins



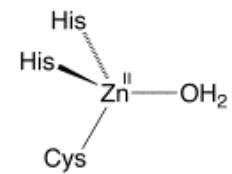
[NNN]Zn^{II}-OH₂

Carbonic Anhydrase



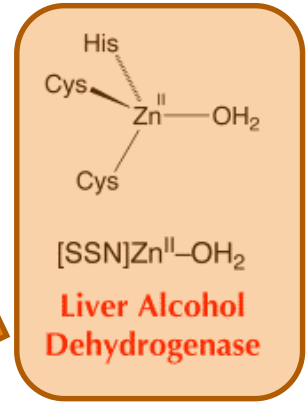
[NNO]Zn^{II}-OH₂

Thermolysin



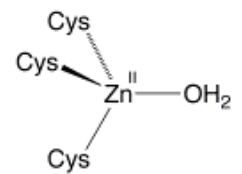
[NNS]Zn^{II}-OH₂

Bacteriophage T7 Lysozyme



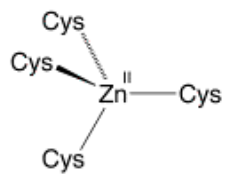
[SSN]Zn^{II}-OH₂

Liver Alcohol Dehydrogenase



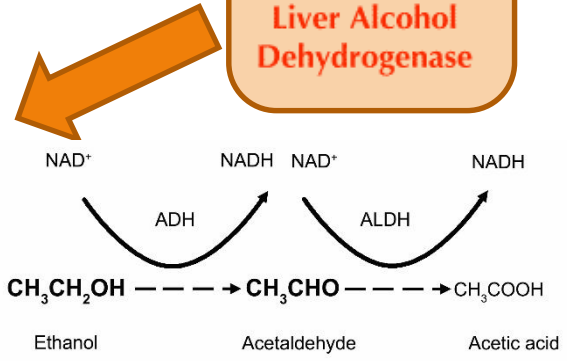
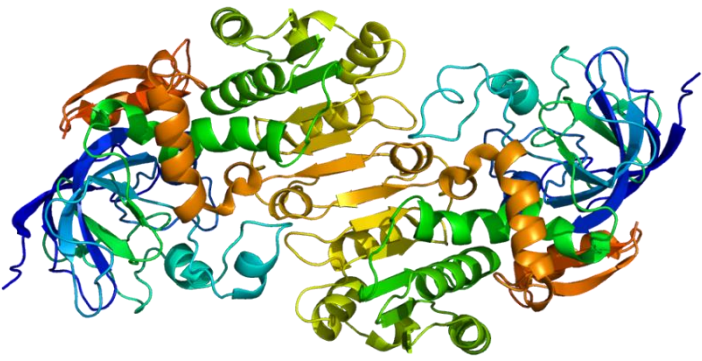
[SSS]Zn^{II}-OH₂

5-Aminolevulinate Dehydratase



[SSSS]Zn^{II}

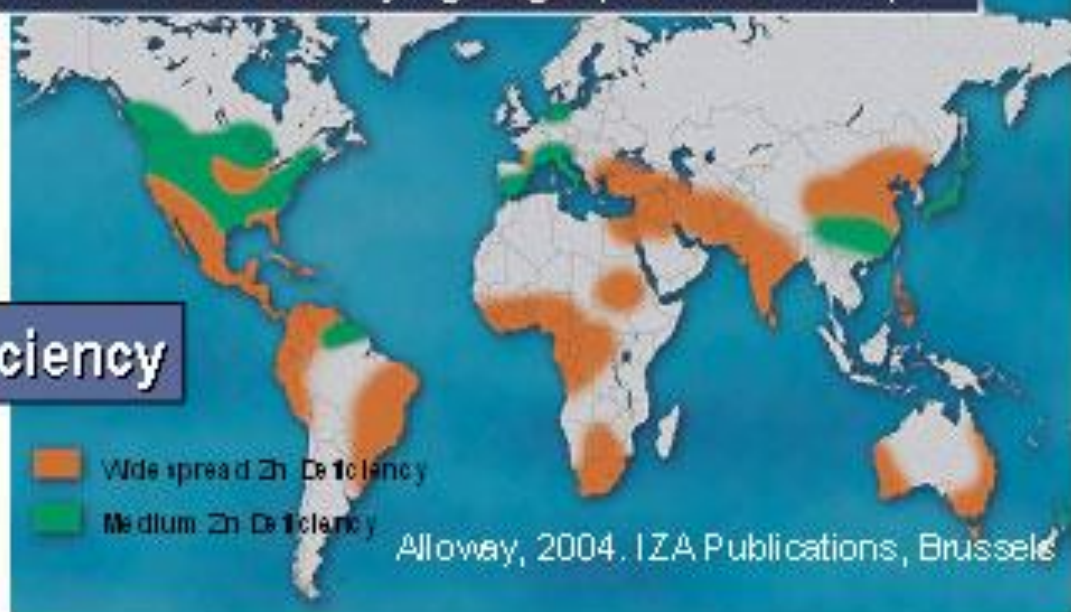
Ada DNA Repair Protein





Soil and Human Zn Deficiency: geographical overlap

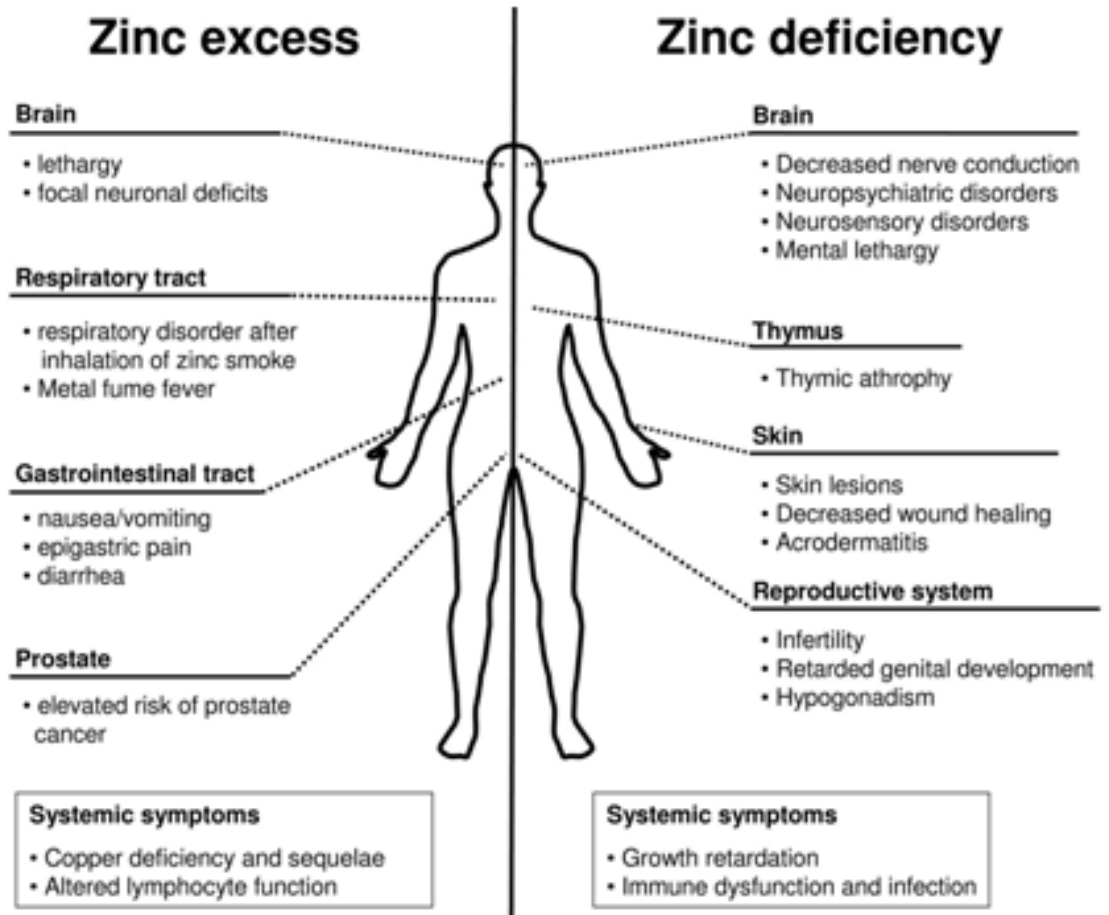
Soil Zinc Deficiency



Toxicidade de Zn nos seres humanos

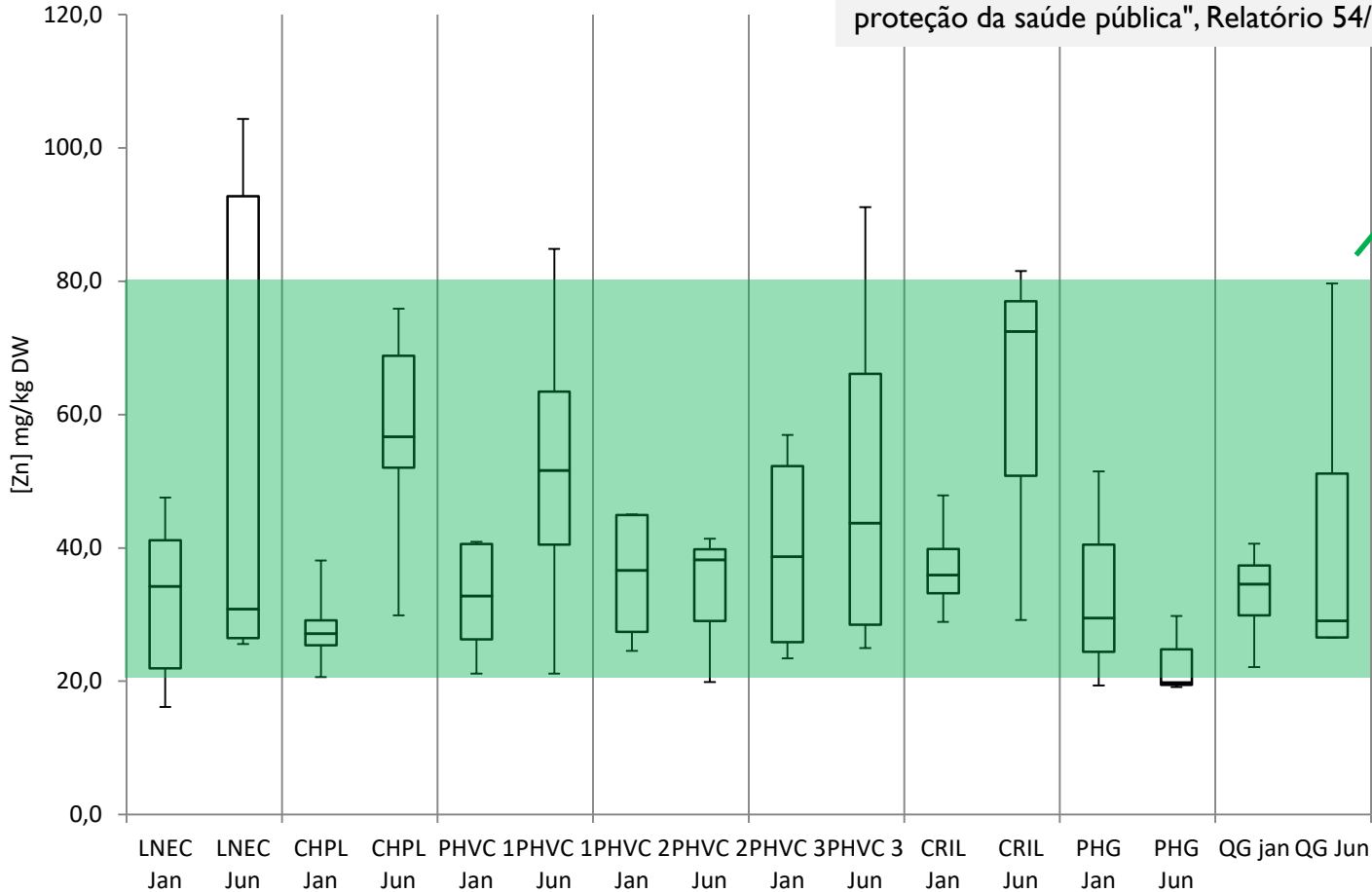
Apenas a exposição a doses elevadas provoca efeitos tóxicos. Por outro lado o zinco interfere com a absorção de cobre pelo que muitas vezes os efeitos tóxicos do Zn são devidos à deficiência em Cu.

A dose diária recomendada para o Zn é de 11 mg/dia para homens e 8 mg/dia para mulheres



Laura M. Plum, Lothar Rink and Hajo Haase, The Essential Toxin: Impact of Zinc on Human Health, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2010, 7(4), 1342-1365

2016: T. E. Leitão, M. J. Henriques, M. R. Cameira, M. P. Mourato, I. Rodrigo, L. L. Martins, H. Costa, J. M. Pacheco, "Avaliação da qualidade dos solos, das águas subterrâneas e das espécies hortícolas em hortas urbanas de Lisboa. Identificação de medidas de mitigação visando a proteção da saúde pública", Relatório 54/2016 – DHA/NRE, LNEC.



Valor típico de Zn nas plantas

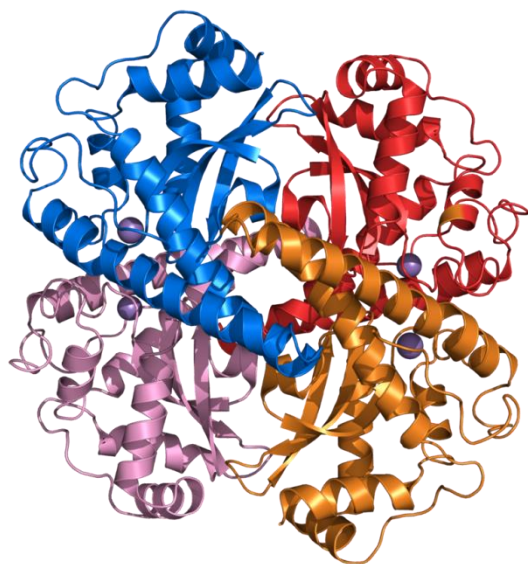
No geral as concentrações de Zn encontradas nos vegetais estudados encontravam-se no intervalo de valores esperados para as plantas. Não foram detetados níveis tóxicos nem de deficiência.

29	2 8 18 1
Cu	
Copper	
63.546	

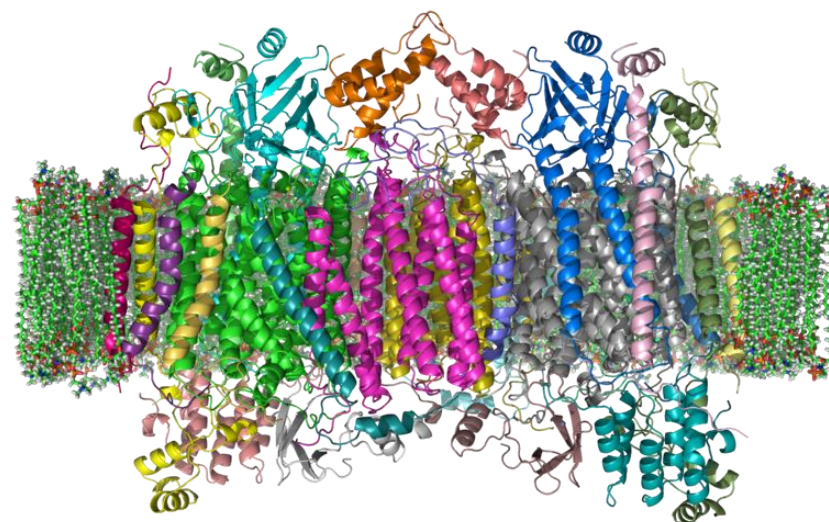
Cobre (Cu)

O cobre é um metal de transição com número atômico 29 e é o 26º elemento mais abundante da litosfera

É um metal macio e maleável com elevada condutividade térmica e eléctrica. É um elemento essencial para todos os organismos vivos, estando presente em muitas enzimas, e é o terceiro metal mais usado no mundo.



Superoxide-dismutase



Cytochrome-C oxidase - It is the last enzyme in the respiratory electron transport chain of mitochondria (or bacteria) located in the mitochondrial (or bacterial) membrane. It receives an electron from each of four cytochrome c molecules, and transfers them to one oxygen molecule, converting molecular oxygen to two molecules of water.

O cobre ocorre em diferentes estados de oxidação:
 Cu^0 , Cu^+ , Cu^{2+} , Cu^{3+}

O teor de cobre nos solos varia entre 2 e 250
mg/kg, com uma concentração média de 30 mg/kg.

As principais fontes de contaminação de Cu nos
solos agrícolas são os pesticidas, lamas de
depuração, e fertilizantes minerais. Nos solos de
vinhas a concentração de Cu pode atingir 1000
mg/kg.

(p. ex. calda bordalesa: $\text{CuSO}_4 + \text{Ca(OH)}_2$;
óxidos de cobre, hidróxidos de cobre etc.)
usado em plantações de vinha, maçã, café,
limões, banana, tomate, batatas etc.



Pesticidas contendo cobre podem ser usados mesmo em agricultura biológica

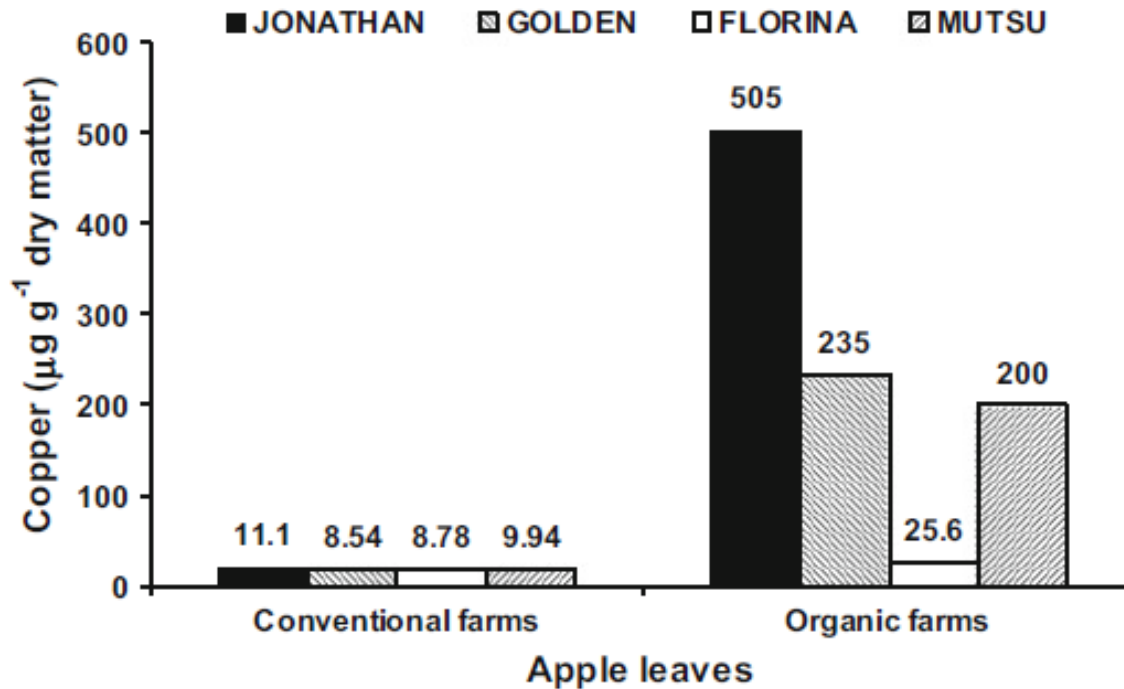
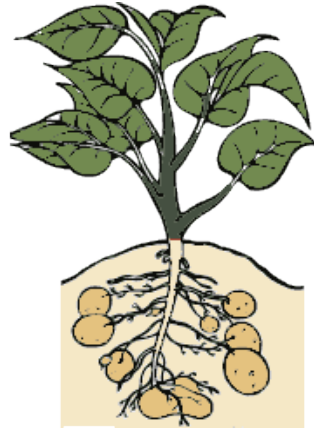


Fig. 3.4 Copper concentrations in the leaves of various apple varieties cultivated during 2010 in conventional or organic farms located in Northeast Hungary (Simon and Barna 2010)

Os teores normais de cobre em plantas varia entre 5 e 20 mg/kg Cu MS.



Alguns mariscos e órgãos de animais (como rim e fígado) contêm valores que podem atingir 200–400 mg/kg Cu, mas estes alimentos constituem uma pequena parte da dieta alimentar

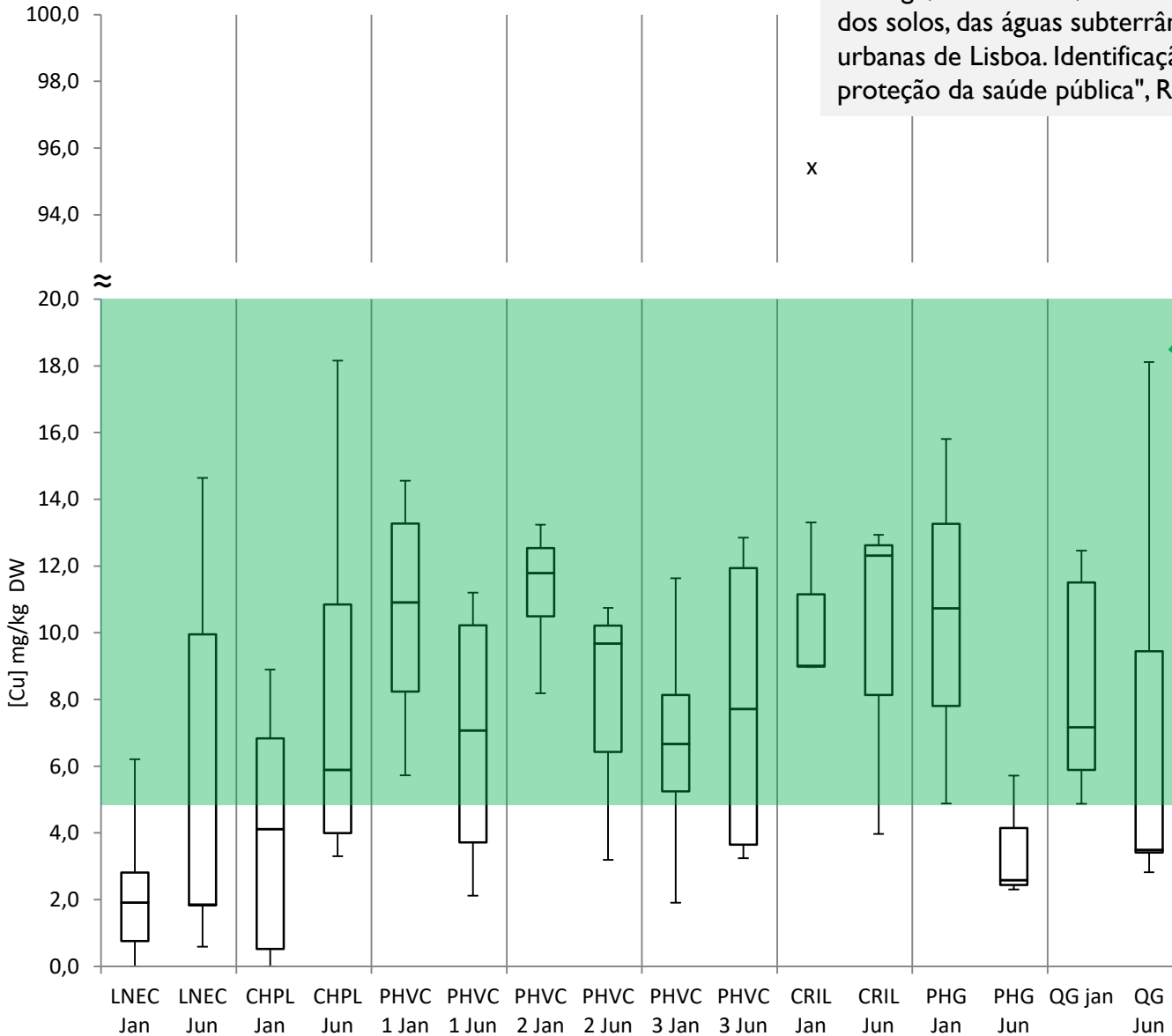


“PHEs, Environment and Human Health”, Ed. Claudio Bini, Jaume Bech, Springer 2014

O cobre existe na água potável proveniente das tubagens de cobre bem como de aditivos usados para prevenir o desenvolvimento de algas (Wuana and Okieimen 2011). O valor limite para Cu na água potável é de 2 mg/L.



2016: T. E. Leitão, M. J. Henriques, M. R. Cameira, M. P. Mourato, I. Rodrigo, L. L. Martins, H. Costa, J. M. Pacheco, "Avaliação da qualidade dos solos, das águas subterrâneas e das espécies hortícolas em hortas urbanas de Lisboa. Identificação de medidas de mitigação visando a proteção da saúde pública", Relatório 54/2016 – DHA/NRE, LNEC.



Valor típico de Cu nas plantas

Não foram detetadas concentrações tóxicas de Cu nas plantas. Pelo contrário, em diversas amostras foram detectados valores de Cu abaixo do limite de deficiência,

Efeitos nas plantas

-Efeitos visuais de fitotoxicidade:

↓ São consequência de:

-Efeitos metabólicos de fitotoxicidade:

-Redução do crescimento radicular e da parte aérea, aparecimento de sintomas nas várias partes (ex: folhas cloróticas), variáveis com o metal, com a planta, com a fase de desenvolvimento

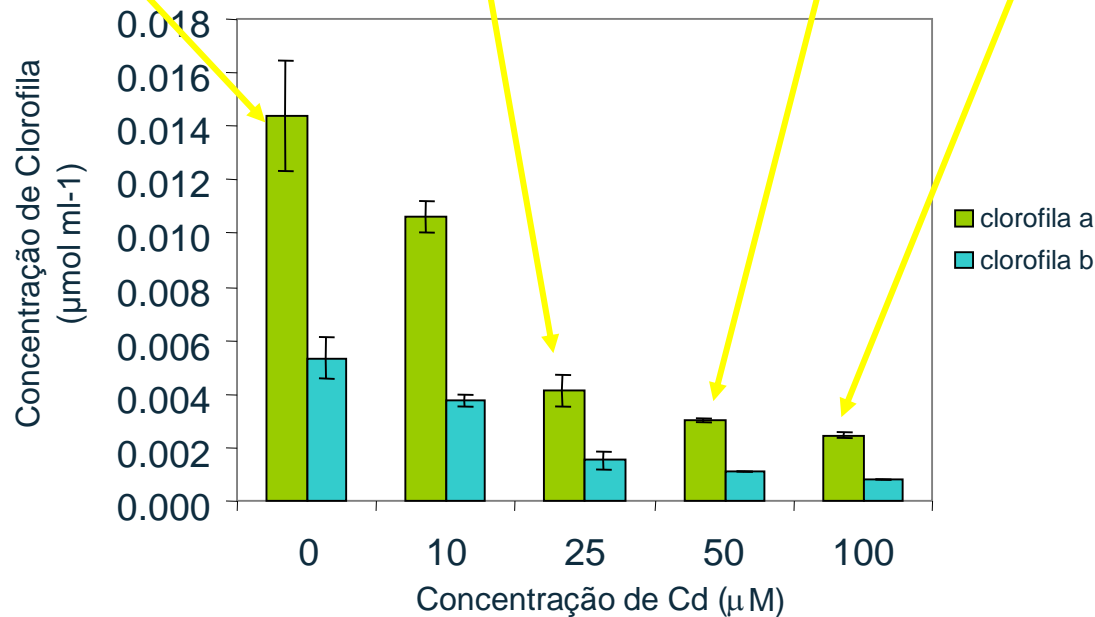
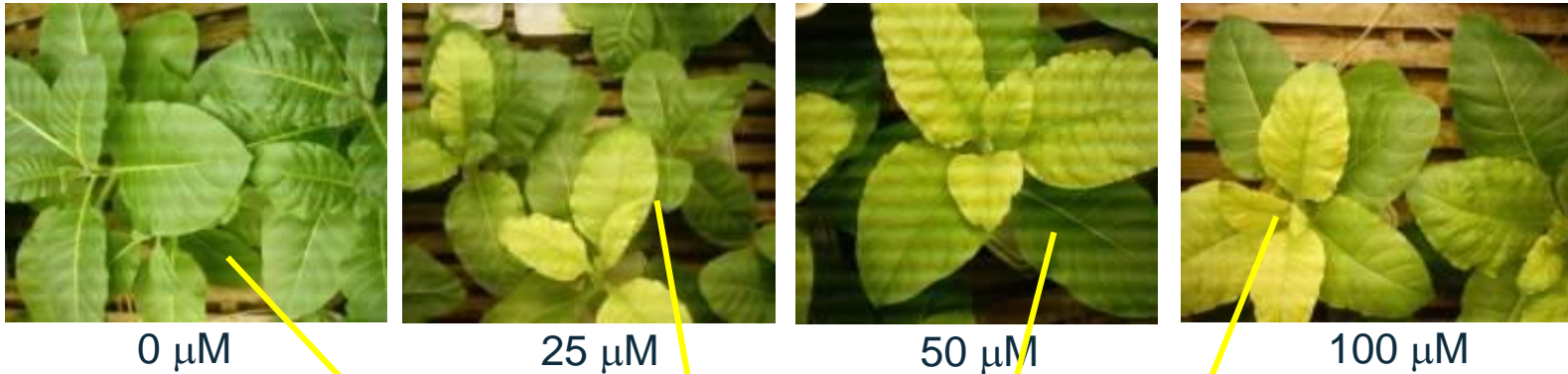
Causam alterações do metabolismo:

- medição da formação de espécies reactivas de oxigénio-ROS (ex: H_2O_2)
- avaliação dos danos em proteínas e lípidos membranares (índice de peroxidação de lípidos - MDA) e alteração da permeabilidade das membranas das raízes (difusão do K)
- alterações em clorofila, antocianinas, carotenoides
- avaliação de alterações em processos metabólicos (taxa fotossintética)
- síntese de proteínas (HSP e enzimas)
- síntese de metabolitos específicos (prolina, ácidos orgânicos, fitoquelatinas, etc.)

Some visible effects on plants...

Cd²⁺ toxicity

Luísa Louro Martins, Miguel Mourato



Clorose e diminuição da área foliar em folhas jovens resultam do efeito dos ROS no metabolismo primário e nos constituintes celulares

Efeito visual do excesso de cobre em Tremocilha (*Lupinus luteus* L. cv Cardiga):



Plantas expostas a 25 μM de Cu durante 4 dias



Plantas expostas a 50 μM de Cu durante 8 dias

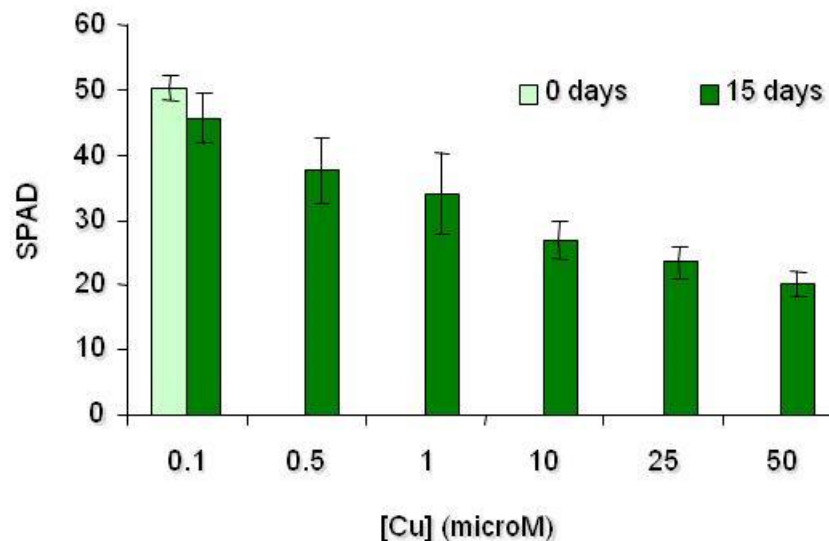
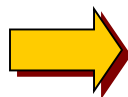


Tremoceiro amarelo

Mourato, M.P.,
Martins, L.L., Campos-
Andrada, M.P. (2009)
Biologia Plantarum 53
(1): 105-111.

Clorose nas folhas

Avaliação do teor de clorofila nas folhas após 15 dias de exposição ao excesso de cobre



Excess copper toxicity



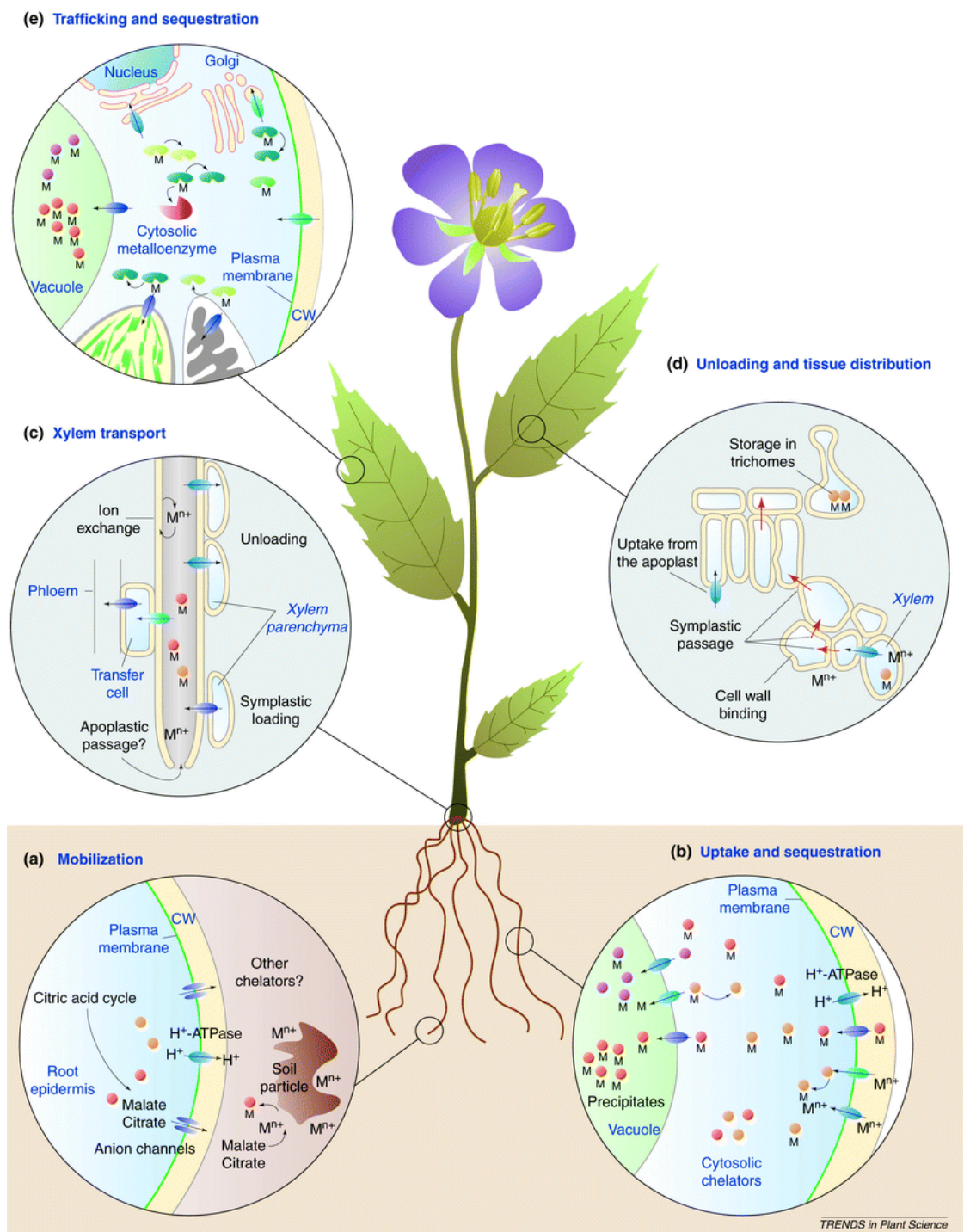
Phytoremediation

<http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/phytoremediation-17359669>

Figure 2: Metal toxicity of rice (*Oryza sativa*) (stunted growth and the yellow color of the foliage).

The plants on the right were challenged with 0.5 mg L^{-1} of Cu, but the plants on the left were grown without the added Cu and acted as a control. All plants were grown in a hydroponic solution in a growth-chamber under controlled conditions.

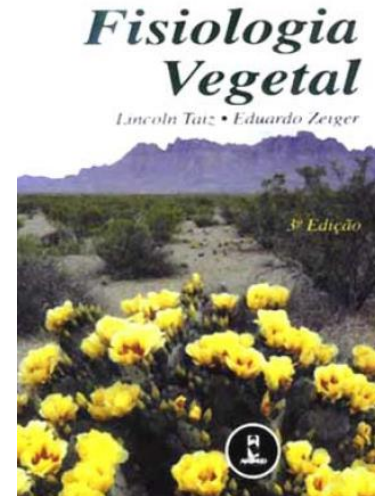
Resposta das plantas ao efeito tóxico dos metais



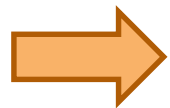
What is plant stress...

Stress is usually defined as an external factor that exerts a disadvantageous influence on the plant

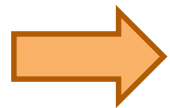
(Taiz & Zeiger, 2002, Cap 25-Stress Physiology)



ABIOTIC STRESS (stress abiótico):



O impacto negativo de diversos factores abióticos (non-living) num organismo vivo e num determinado habitat



Os diferentes factores abióticos causam um grande impacto nos organismos vivos e podem afectar tanto animais como plantas.

The **environment conditions** affects all living organisms causing **ABIOTIC STRESS**

Reasons for Abiotic Stress:

-industries, automobiles, power plants, etc., which emits a large amount of unwanted gases and pollutants to the atmosphere. These pollutants in the air reach the earth as acid rain, smog and other pollution factors which contribute to the abiotic factors



Abiotic Stress affects organisms in a number of ways, it can bring about advantageous as well as harmful effects.

-helps the plant to adapt itself to the changes.

-forces for natural selection to pick out the most susceptible organisms.

-agriculture is the worst affected sector due to abiotic stress:

annual reduction of crop yield, excessive heating affects the entire performance of an organism.

Abiotic Factors that Causes Abiotic Stress:

Temperature, salinity, alkalinity, acidity, drought, toxic metals, sunlight, environmental warming, water pollution, radiations and radioactivity etc., are the various abiotic factors that affect that abiotic stresses.

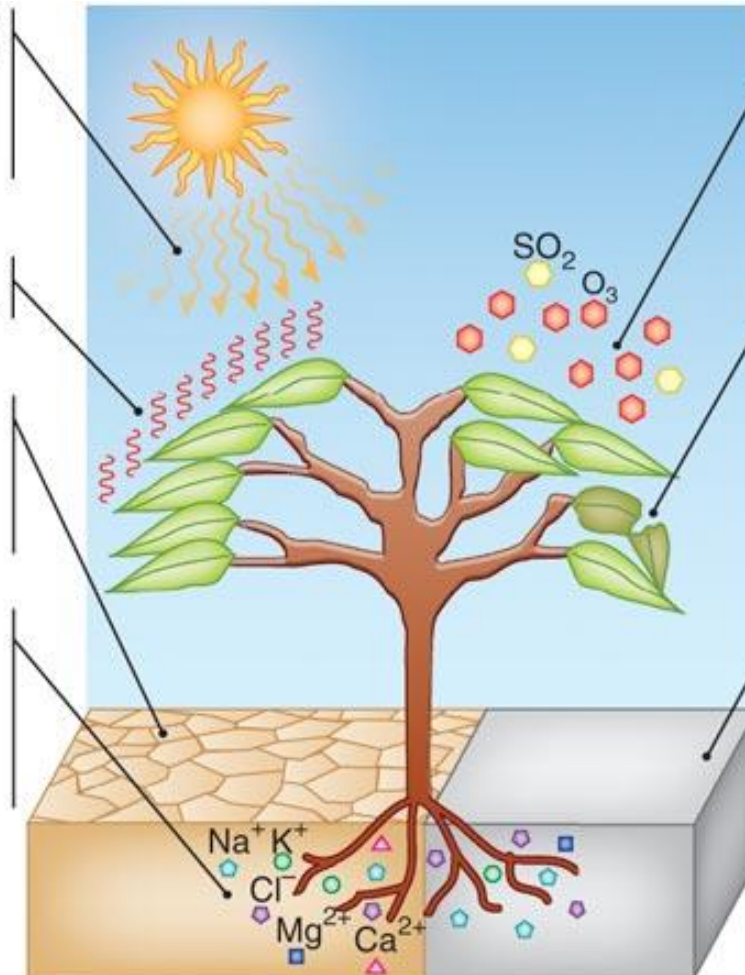
High light causes production of excess excitation energy in the photosynthetic reaction centers, resulting in direct accumulation of a variety of reactive oxygen species.

High temperature stress denatures proteins and causes lipid peroxidation.

Water deficit, or drought, interferes with metabolism. ROS produced under drought conditions trigger signaling pathways that generate defense responses.

Soil salinity is usually caused by excess salts of chloride and sulfate. Salinity results in ion cytotoxicity and osmotic stress, and decreases uptake of nutrients. Resulting metabolic imbalances lead to oxidative stress.

<http://www.tutorvista.com/biology/abiotic-stresses>



Air pollution with oxidizing species (including ozone and sulfuric acid) causes direct oxidative damage to tissues. Local and systemic signaling responses also occur.

Mechanical damage—both biotic (e.g., from insect feeding) and abiotic (e.g., from wind damage)—triggers expression of defense-related genes.

Cold stress interferes with metabolic processes (particularly enzyme activity) and alters membrane properties. Frosting can severely damage tissues when ice forms. Extracellular ice formation also causes intracellular water deficit.

Efeito de metais pesados nas plantas

Efeitos directos



- Displacing an essential element (*resulting in deficiency effects*)
- direct interaction with proteins due to their affinities for thioyl-, histidyl- and carboxyl-groups
- Replacing other metals in several molecules (Ex: Cd^{2+} can replace other metals in Zn^{2+} and Ca^{2+} dependent processes and molecules)

Cadmium does not interact directly with deoxyribonucleic acid (DNA). It is genotoxic by induction of oxidative stress and inhibition of DNA repair. (EFSA, 2009)

Efeitos indirectos



Reactive Oxygen Species (ROS)
Espécies Reactivas de Oxigénio



**STRESS
OXIDATIVO**

O que é o stress oxidativo...

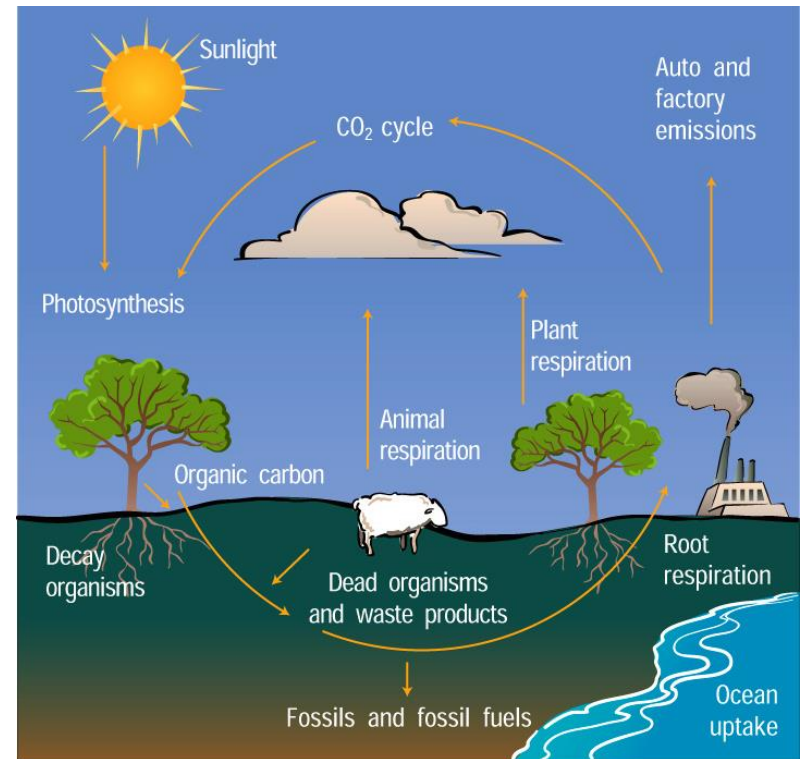
- Uma consequência do aumento das espécies reactivas de oxigénio nas células (ROS - *reactive oxygen species*)
- O efeito tóxico de muitas substâncias (como os metais pesados) é devido ao stress oxidativo induzido

Por outro lado...

- ROS são formados naturalmente em consequência do metabolismo aeróbio...
- Os ROS têm também uma importante função sinalizadora nos organismos vivos

Living with oxygen...

Did you know that the air you are breathing now was in someone else's lungs earlier?



http://feedfury.com/content/12190121-plant_bamboo.html

No metabolismo aeróbico há um equilíbrio entre a produção de ROS e a sua remoção

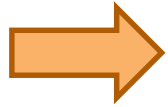
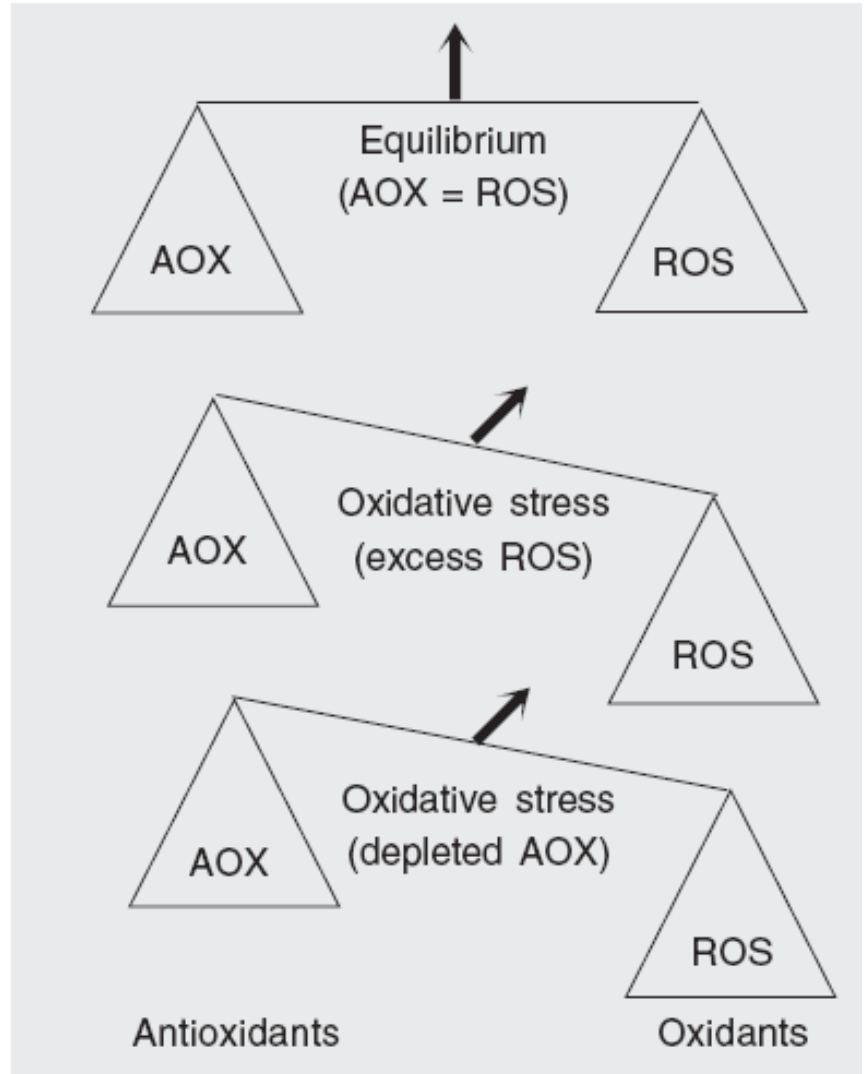


Figure 5. Oxidative stress results from imbalance between the levels of antioxidants (AOX) and reactive oxygen species (ROS). Cells are normally able to balance the production of oxidants and antioxidants to maintain redox equilibrium. Oxidative stress occurs when this equilibrium is upset by excess levels of ROS, or depletion of antioxidant defenses.



Scandalios, J.G.
Braz J Med Biol Res 38(7) 2005



O que são radicais livres?

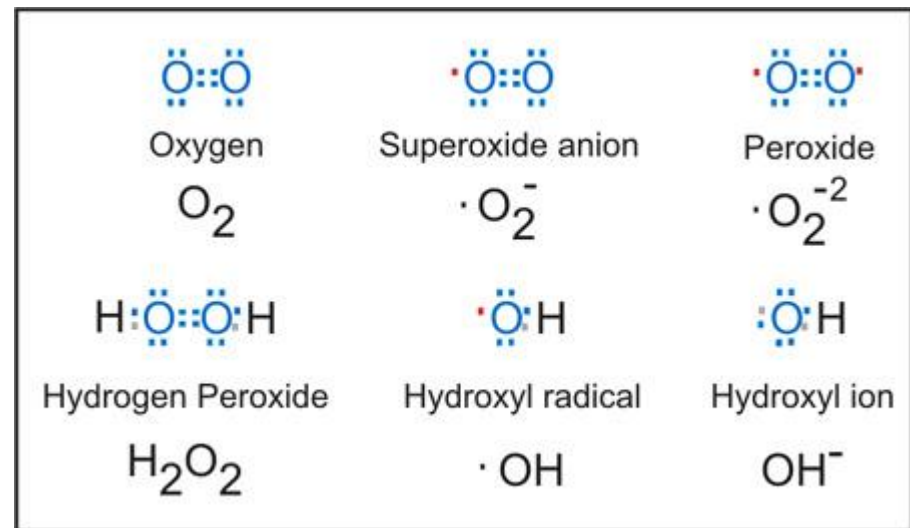
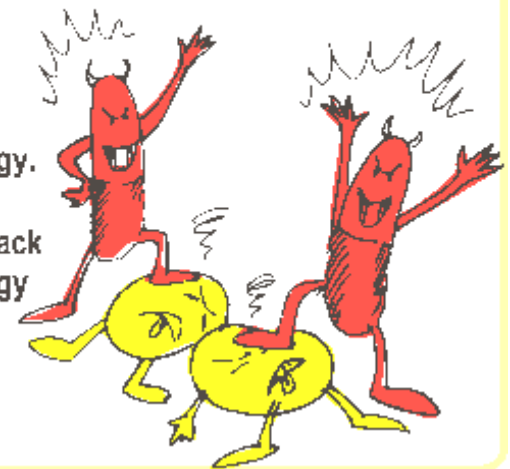
- são espécies que **contêm 1 ou mais electrões desemparelhados**, móveis nas células e instáveis (muito reactivos)
- formam-se nas células por **transferência de apenas 1 electrão**

What are ROS?

- são moléculas que contêm oxigénio e são muito reactivas, provocando reacções de oxidação de componentes celulares de natureza diversa

What are **Free radicals** ?

- Free radicals are like robbers which are deficient in energy.
- Free radicals attack and snatch energy from the other cells to satisfy themselves.



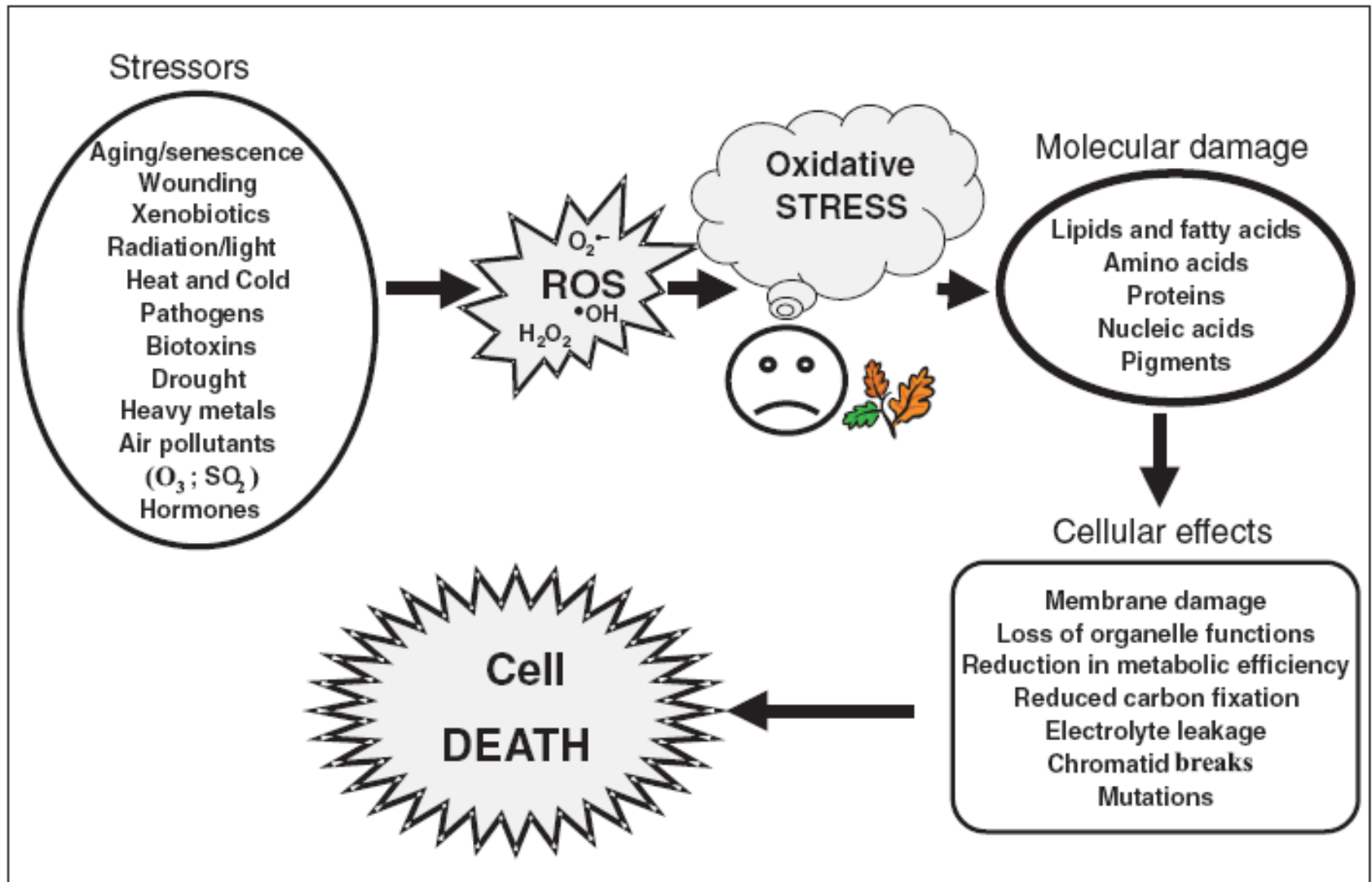
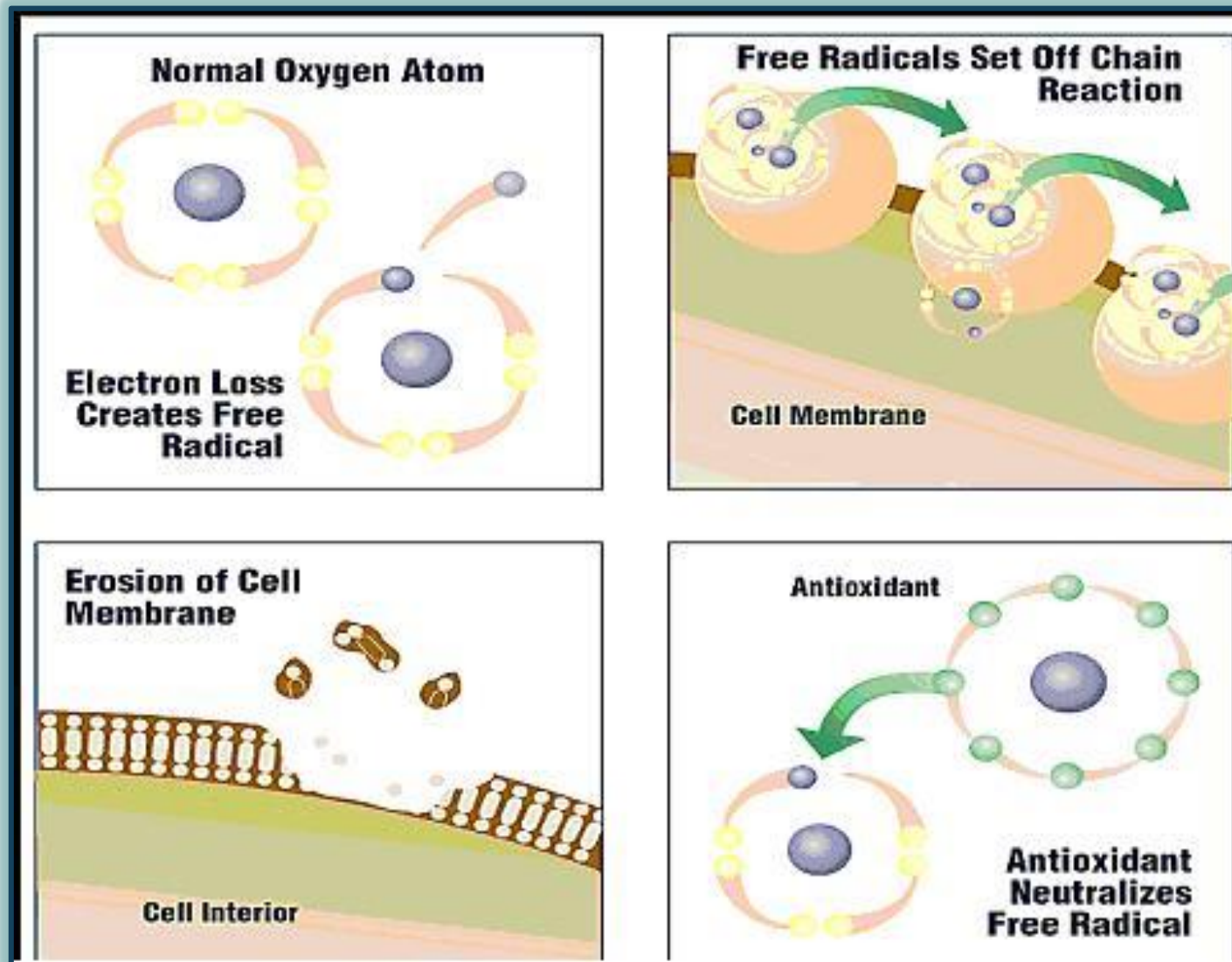


Figure 6. Scheme showing some of the initiators (stressors) of reactive oxygen species (ROS) and the biological consequences leading to a variety of physiological dysfunctions that can lead to cell death.

Scandalios, J.G. Braz J Med Biol Res 38(7) 2005

Como os ROS causam danos nas células...



Os danos oxidativos que ocorrem em componentes celulares provocados pelos ROS afectam a integridade celular e o metabolismo

Mecanismos de defesa dos seres vivos contra stress oxidativo:

1ª linha de defesa: Supressão de vias metabólicas específicas por inibição enzimática

2ª linha de defesa:
Utilização de sistemas de “scavenging”
-antioxidantes **não enzimáticos**
(carotenoides, ascorbato, etc.)
-antioxidantes enzimáticos primários
POD, SOD, CAT, APX, GPX

3ª linha de defesa:
-activação de antioxidantes enzimáticos específicos (via glutathiona-ascorbato)



Mecanismo antioxidante não enzimático:

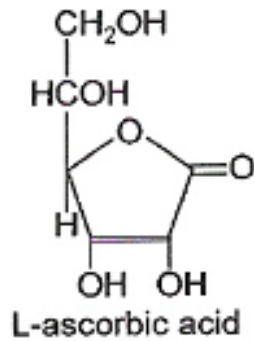
Os **carotenóides e flavonóides** protegem as células desactivam o singlete de oxigénio 1O_2

O **licopeno** é eficiente em sequestrar o singlete de oxigénio e outras ROS

Redução/eliminação do $O_2^{\bullet-}$ e H_2O_2 em H_2O por compostos redutores

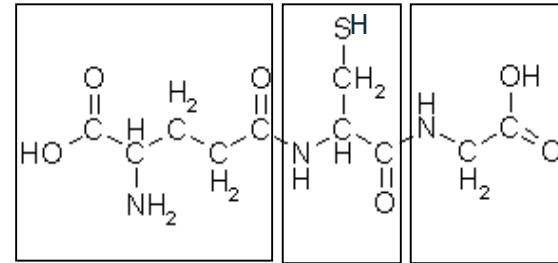
Tipos de antioxidantes não enzimáticos:

Ascorbato
(Vitamina C)

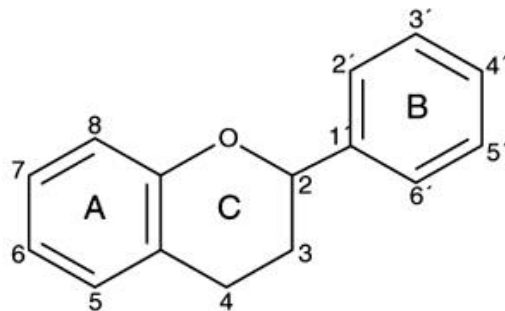


Glutathiona
(tiol não proteico)

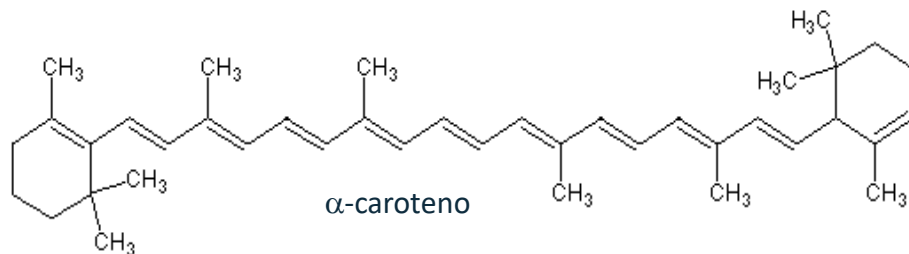
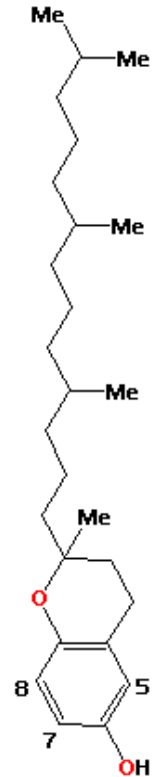
γ -Glu-Cys-Gly
SH



Flavonoides
(polifenóis com
estrutura
cíclica)



α -tocoferol
(vitamina E)
Antioxidante
de fases não
aquosas



Carotenoides:
Sistema conjugado
de ligações duplas

Sistema antioxidante enzimático: as enzimas SOD, CAT, POD são muito eficientes na remoção do $O_2^{\bullet-}$ e H_2O_2 formados



A eliminação do superóxido pela SOD é a primeira via de defesa contra os ROS

SOD

(EC 1.15.1.1)



CAT e Peroxidases actuam na eliminação do H_2O_2

Os cloroplastos contêm geralmente elevada concentração de ascorbato, pelo que o $O_2^{\bullet-}$ é reduzido rapidamente em H_2O_2

CAT

(EC 1.11.1.6)

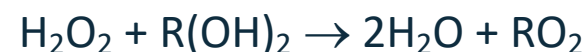
Catalisa a redução do H_2O_2 :



PODs

(EC 1.11.1.7)

Catalisam a redução do H_2O_2 utilizando um substrato diferente como agente redutor:



GPX

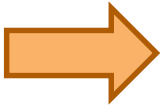
(EC 1.11.1.9)

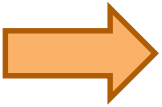


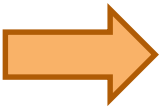
APX

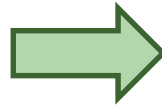
(EC 1.11.1.11)

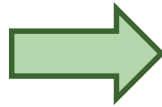


 Como surgem os metais tóxicos nos solos e no ambiente?

 Quais os problemas causados pelos metais tóxicos nos organismos?

 Como podemos evitar/corrigir este problema?

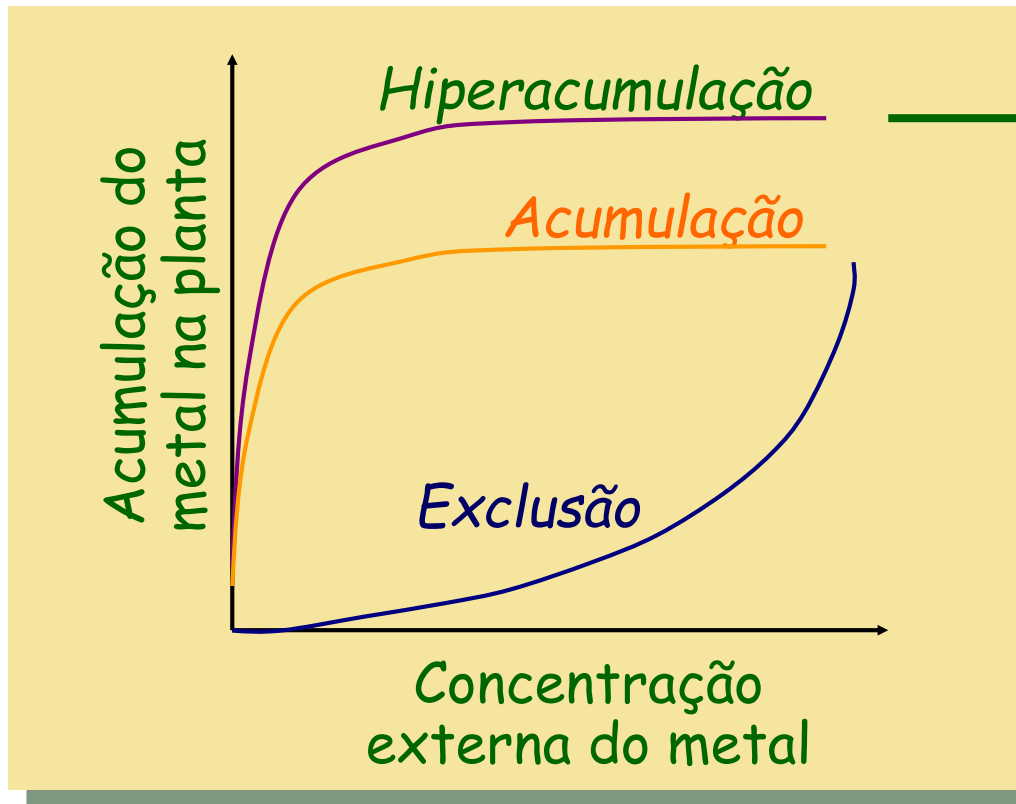
 Origem e tipo de contaminantes dos solos.

 Efeito tóxico no ambiente e nos seres vivos

 Fitorremediação, aplicações e técnicas de fitorremediação.

Plantas acumuladoras são tolerantes

As plantas têm diferente capacidade de absorção de metais pesados



Conhecem-se mais de 400 espécies de plantas hiperacumuladoras (a maioria para Ni)

Plantas tolerantes podem ser usadas em fitorremediação



Remediação do solo

Métodos e processos usados para tratar os contaminantes presentes no solo de modo a contê-los, removê-los, degradá-los ou torná-los menos prejudiciais

Fitorremediação: Remediação do solo por acção das plantas

(A. Varennes 2003. Produtividade dos Solos e Ambiente, Escolar Editora)

The use of plants and their associated microbes for environmental cleanup

(Pilon-Smits, E. 2005, Annu.Rev.Plant Biol. 56:15-39)

-as plantas podem ser utilizadas para **extracção, estabilização, degradação, volatilização, absorção e chelatação** de poluentes

-podem usar-se diferentes técnicas de **fitorremediação** consoante o tipo de poluente, orgânico ou inorgânico

Seleccção de diferentes **espécies de plantas** para situações específicas (Pilon-Smits, 2005)

Quando é necessário fazer remediação do solo?

-quando a contaminação causa danos ecológicos, ou prejudica a saúde de animais e plantas

-quando há violação dos limites legais estabelecidos para um dado contaminante



A escolha do tipo de remediação depende:

- da localização do solo
- da área atingida
- do grau de contaminação e risco que representa
- da função e uso futuro do local
- do custo dos métodos disponíveis

Remediação *ex situ*

-tratamentos que envolvem a remoção física do solo e tratamento nouro local

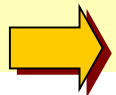
-para pequenas áreas e para alguns tipos de substancias (lavagem, separação de partículas, volatilização, migração, etc.)

Remediação *in situ*

-tratamentos efectuados no solo no próprio local

-geralmente para casos de contaminação menos grave, adição de MO, etc., inclui a

Fitorremediação



Aplicações de fitorremediação

Pode efectuar-se fitorremediação em substratos sólidos, líquidos e gasosos (Pilon-Smits, 2005)

- | | |
|----------------------------|--|
| substratos sólidos | Utilização em solos contaminados de plantas específicas para sequestrar, remover e acumular compostos (metais e elementos minerais, compostos orgânicos) |
| substratos líquidos | Utilização de plantas em águas poluídas
-Remoção de metais e compostos orgânicos de esgotos e resíduos orgânicos municipais
-Remoção de metais e compostos orgânicos em águas contaminadas pela agricultura (adubos, fertilizantes, metais, pesticidas orgânicos e herbicidas) |
| substratos gasosos | Utilização de plantas para filtração do ar em interiores e exteriores (remoção de CO ₂ , poeiras, hidrocarbonetos halogenados voláteis) |

Técnicas de fitorremediação:

Adaptado de Pilon-Smits, 2005,
Annu. Rev. Plant Biol, 56:15-39

-com aplicação a águas, solos e ar contaminados

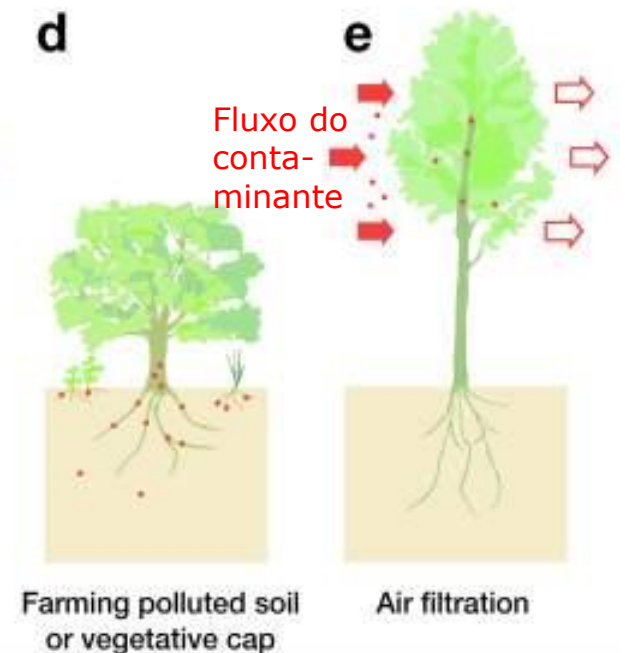
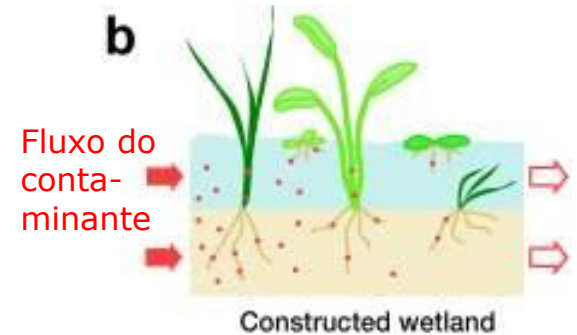
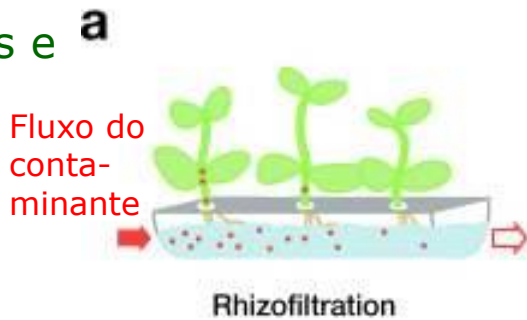
a) Rizofiltração
(aplicação em hidroponia)

b) Leitos de crescimento (em terrenos pantanosos)

c) Utilização de árvores como barreira hidráulica
(recorrendo às características do sistema radicular)

d) Utilização de árvores e plantas herbáceas
(recorrendo às características do sistema radicular)

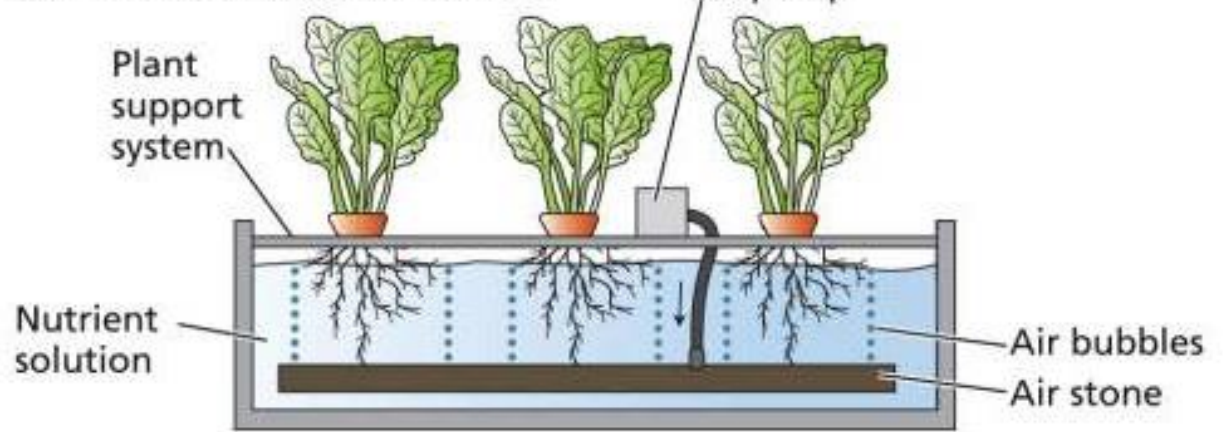
e) Filtração do ar: utilização de árvores
(recorrendo às características da copa)



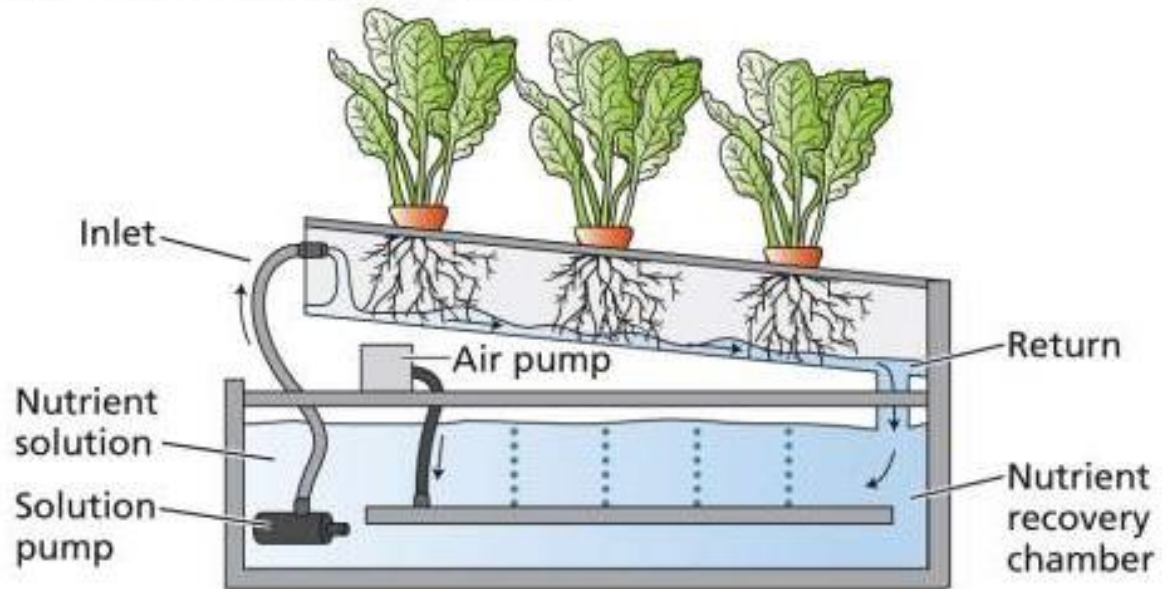
Rizofiltração

Exemplo de sistemas de hidroponia

(A) Hydroponic growth system



(B) Nutrient film growth system



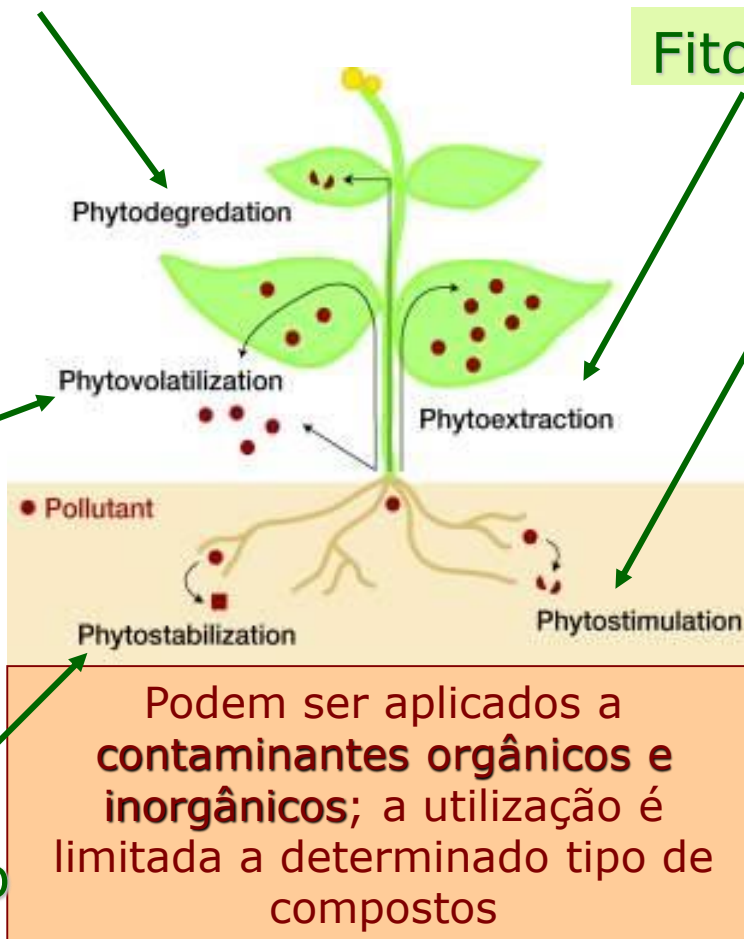
PLANT PHYSIOLOGY, Fourth Edition, Figure 5.1 (Part 1) © 2006 Sinauer Associates, Inc.

Processos (mecanismos) de Fitorremediação:

-Fitodegradação (ou Fitotransformação): o sistema enzimático das plantas utiliza os contaminantes no seu metabolismo, inclui-os em estruturas vegetais (lenhificação)

-Fitovolatilização (ou Fitotransformação): os contaminantes são metabolizados em produtos voláteis e libertados para a atmosfera

Fitoestabilização



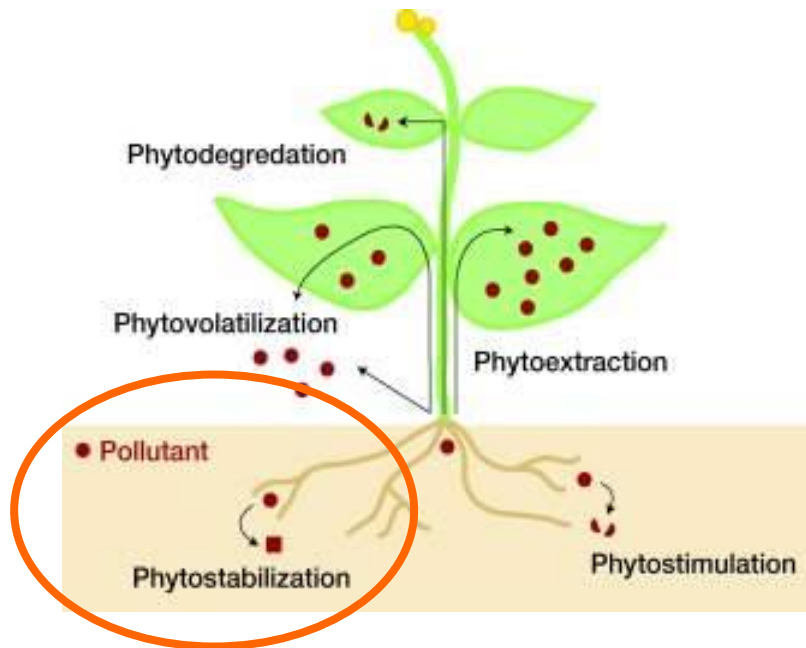
Fitoextracção



-Fitoestimulação ou rizodegradação: Plantas estimulam a biodegradação de compostos, porque absorvem água, provocam o movimento da solução para as raízes e favorece a degradação pelos microrganismos da rizosfera

Fitoestabilização:

Uso das plantas para estabilizar o contaminante no solo, recorrendo a uma cobertura vegetal



-reduz a erosão hídrica e eólica (há crescimento da planta)

-reduz perdas por lixiviação, reduzindo a contaminação de camadas inferiores de solo e de águas subterrâneas

-favorece a formação de formas de menor biodisponibilidade (precipitação na rizosfera)

Ex. monocotiledóneas e árvores

Pode ser aplicado a contaminantes inorgânicos (caso dos metais)

Não permite descontaminação mas destina-se a reduzir a contaminação produzida a partir deste solo

Exemplos de plantas para Fitoestabilização:

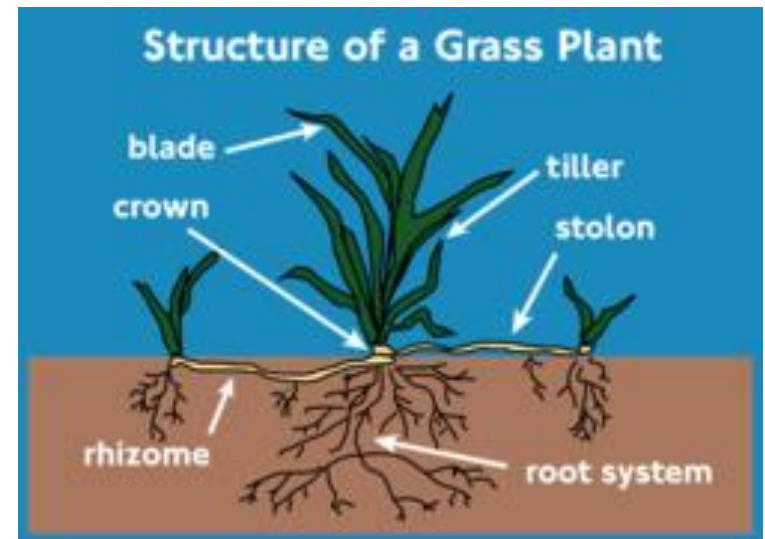
Populus

São árvores da espécie do choupo, que têm raízes profundas e taxas de transpiração elevadas, mantêm o fluxo ascendente muito elevado, pelo que reduz as perdas por lixiviação e reduz a contaminação de camadas inferiores de solo e de águas subterrâneas



Monocotiledóneas

Acumulam pouco os contaminantes inorgânicos na parte aérea (ao contrário das dicotiledóneas) e portanto fornecem uma cobertura vegetal que **previne a erosão do solo contaminado** sem prejudicar os animais que as utilizam na sua alimentação



Exemplos de utilização de árvores para combater a poluição:

Asian Dust (also yellow dust, yellow sand, yellow wind or China dust storms) is a seasonal meteorological phenomenon which affects much of East Asia sporadically during the springtime months



In the last decade or so, it has become a serious problem due to the increase of industrial pollutants contained in the dust and intensified desertification in China causing longer and more frequent occurrences, as well as in the last few decades when the Aral Sea of Kazakhstan and Uzbekistan started drying up due to the diversion of the Amu River and Syr River following a Soviet agricultural program to irrigate Central Asian deserts, mainly for cotton plantations.

http://en.wikipedia.org/wiki/Asian_Dust

Exemplos de utilização de árvores para combater a poluição:

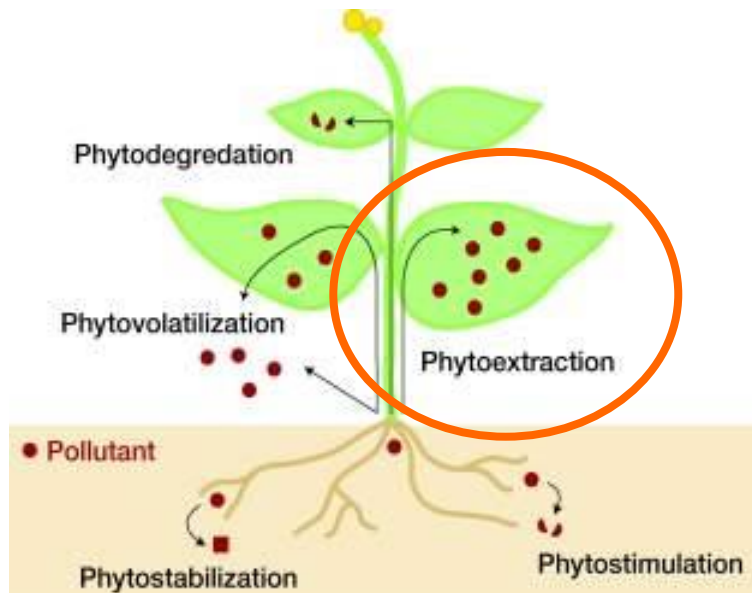
Sulfur (an acid rain component), soot, ash, carbon monoxide, and other toxic pollutants including heavy metals (such as mercury, cadmium, chromium, arsenic, lead, zinc, copper) and other carcinogens, often accompany the dust storms, as well as viruses, bacteria, fungi, pesticides, antibiotics, asbestos, herbicides, plastic ingredients, combustion products as well as hormone mimicking phthalates.



In recent years, South Korea and the People's Republic of China have participated in reforestation efforts in the source region. In 2007, South Korea sent several thousand trees to help block the migration of the yellow dust.

Fitoextracção

Utilização das plantas para remover os elementos do solo acumulando-os nos tecidos



Pode ser aplicado a contaminantes inorgânicos (caso dos metais)

Utiliza plantas para fins não alimentares

-podem ser utilizadas plantas hiperacumuladoras (absorvem grandes quantidades de alguns elementos como o Ni, Co, Cu, Pb, U, Zn, Se; geralmente o crescimento é lento e produzem pouca biomassa)

-podem ser utilizadas plantas de crescimento rápido, que acumulam menos metal mas produzem muita biomassa

-o material vegetal é depois recolhido e incinerado (o elemento mineral é recolhido na cinza)

Exemplos de plantas para Fitoextração:

Brassica juncea (mostarda da Índia)

-usada para remover metais pesados de solos contaminados devido à sua elevada tolerância à toxicidade

-é hiperacumuladora de Cd e outros elementos vestigiais; pode por isso ser usada na alimentação para suplemento de Se, Cr, Fe, Zn

-planta que pertence à família das Brassicas, que inclui espécies de grande importância na alimentação, como couves, nabos, rabanetes, colza, mostarda, couve-flor



Estudos recentes concluem que são necessários vários anos para se conseguir uma fitorremediação satisfatória de um solo contaminado mesmo utilizando espécies de plantas hiperacumuladoras (Hernandez-Allica et al. 2008)

As aplicações das técnicas de fitorremediação são diferenciadas:

-podem actuar várias simultaneamente

-dependem do tipo de contaminantes

-depende do custo

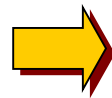
-dos volumes (de água ou solo) a tratar



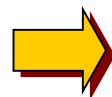
Fitoextração: principalmente usada para remoção de metais tóxicos e compostos inorgânicos



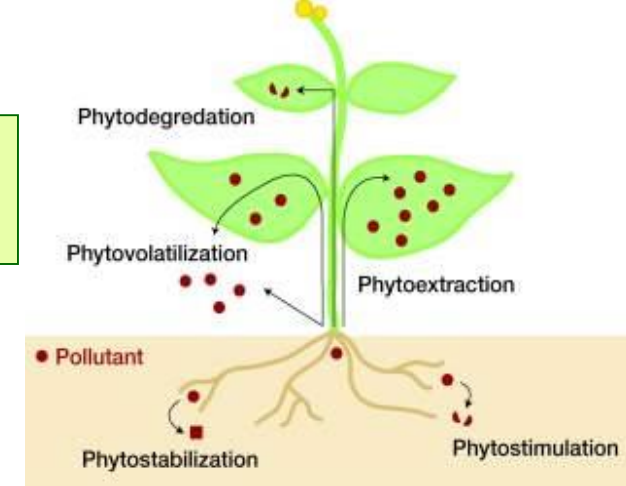
Fitoestabilização: para evitar o arrastamento de solo contaminado de antigas minas, para evitar lixiviação de contaminantes inorgânicos e orgânicos



Fitodegradação: usada para metabolização de compostos orgânicos que são móveis nas plantas, como por exemplo herbicidas



Fitovolatilização: usada para VOC (compostos orgânicos voláteis)



Limitações da fitorremediação

As plantas têm que se desenvolver de forma razoável na presença do contaminante

As plantas devem retirar do solo os contaminantes acumulando-os preferencialmente na sua parte aérea

A fitorremediação através da acumulação na planta pode demorar vários anos

- biodisponibilidade dos poluentes (diferentes formas químicas têm diferente solubilidade)
- níveis de toxicidade existentes (diferentes formas químicas têm diferente toxicidade)
- propriedades do solo (capacidade de ligação aos poluentes)
- clima
- profundidade que a raiz alcança (raízes de 50 cm em herbáceas, 3 m em árvores)
- a persistência dos contaminantes (resistência à decomposição) e o tempo de residência dos contaminantes (deslocação no solo)

Características das plantas para serem usadas em fitorremediação:

A planta ideal para fitorremediação

- crescimento rápido
- formação de muita biomassa
- competitiva
- resistente
- tolerante ao contaminante

A planta ideal para fitodegradação

- area foliar grande (parte aérea)
- sistema radicular denso
- teores elevados de enzimas

-A planta ideal existe?

-Há uma planta ideal para todas as situações?



**Se gostam
destes
temas,
venham
trabalhar
connosco**



**AVALIAÇÃO DA RESPOSTA AO STRESSE OXIDATIVO
PROVOCADO POR METAIS TÓXICOS EM PLANTAS DE
COLZA**

Brassica napus

Inês Isabel Barata Leitão

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente

Orientador: Doutora Maria Luísa Louro Martins

Co-orientador: Doutor Miguel Pedro de Freitas Barbosa Mourato

(Versão Provisória)

2014



**Tese de mestrado 2017/2018:
Avaliação e caracterização da presença de
metais pesados em plantas de arroz**
Ana Trindade



**Tese de mestrado 2014/2015:
Concentração de metais pesados em
espécies hortícolas em agricultura
urbana**
João Miguel Pacheco



invite via game code

1. Ask participants to open
joinmyquiz.com

2. And enter this code
2335 3375

