

O ZINCO NO AMBIENTE



Uma Introdução



ABREVIACÕES

g	grama
Kg	kilograma
KWh	kilowatt-hora
mg/kg	miligrama por kilograma
mg/day	miligrama por dia
µm	micrometro
µg/m ³	micrograma por metro cúbico
µg/l	micrograma por litro
pg/g	picograma (10 ⁻¹²) por grama
ppm	partes por milhão
tonne	tonelada métrica
>	mais de
<	menos de
EC50	Concentração de Efeito 50%
NOEC	Nenhuma Concentração de Efeito Observado
OCEE	Faixa de Concentração Ideal para Elementos Essenciais
PEC	Concentração Ambiental Prevista
PNEC	Concentração de Nenhum Efeito Previsto
SO ₂	dióxido de enxofre
Zn	zinco
ZnS	sulfeto de zinco
EZI	Instituto Europeu do Zinco (renomeado IZA - Europe)
ILO	Organização Internacional do Trabalho
IPCS	Programa Internacional sobre Segurança Química
IZA	Associação Internacional do Zinco
OSPARCOM	Comissão de Oslo e Paris
UNEP	Programa Ambiental das Nações Unidas
WHO	Organização Mundial da Saúde

Índice

INTRODUÇÃO		Página
1.	O valor do zinco para a humanidade	1
A PRESENÇA E AS ORIGENS DO ZINCO NO AMBIENTE		
2.	O zinco é um elemento natural	2
3.	O zinco é essencial	4
4.	As emissões de zinco	5
5.	O que acontece ao zinco no ambiente ?	8
6.	O zinco é reciclado	10
A IMPORTÂNCIA DO ZINCO PARA A SAÚDE HUMANA		
7.	O zinco é essencial para a saúde humana	11
8.	A deficiência de zinco é um problema	12
O PAPEL E OS EFEITOS DO ZINCO NO AMBIENTE		
9.	As plantas e os animais precisam do zinco para crescer	13
10.	Ecossistemas naturais e cadeias alimentares	14
11.	Avaliação de risco	15
12.	Ecotoxicologia	16
13.	O zinco no ambiente aquático	17
14.	Conclusão	18
15.	Referências	19

1. O valor do zinco para a humanidade

A vida moderna é inconcebível sem o zinco.

O zinco fornece o método mais eficiente em termos ambientais e de custos para a proteção do aço contra a corrosão. Em termos simples, o zinco significa que um lar Americano de porte médio pode agora ser construído a partir de seis carcaças de automóveis em vez de 1 acre (0,4 hectares) de floresta.

Ao proteger o aço contra a corrosão, o zinco ajuda a economizar recursos como o minério de ferro e energia¹. Ampliando a vida e a durabilidade do aço, o zinco amplia a vida dos investimentos de capital, e no caso da infraestrutura pública – estradas, pontes, portos, distribuição de energia e de água, telecomunicações - também ajuda a economizar o dinheiro dos contribuintes.

Além de proteger o aço contra a corrosão, o zinco tem muitos outros usos:

- no latão e em outras ligas
- nos equipamentos automotivos e em equipamentos domésticos, conexões, ferramentas, brinquedos...
- nas obras e nas construções
- em produtos farmacêuticos, equipamentos médicos e cosméticos
- nos pneus e em todos os produtos de borracha
- nos fertilizantes e na ração animal.

O zinco é também um elemento essencial que é indispensável para a saúde humana e para todos os organismos vivos. Isso essencialmente torna a interação entre o zinco e o ambiente em algo complexo.

¹ 30-70 kg de zinco, cuja produção exige somente 125-300 KWh, prolonga a vida de uma tonelada de aço, exigindo 2500 KWh, em um fator entre 3 e 5. (Peters 1992)

*O zinco
existe natu-
ralmente no
ar, na água e
no solo*

2. O zinco é um elemento natural

O zinco é parte da natureza. A maioria das rochas e minerais contém zinco em várias quantidades e o zinco existe naturalmente no ar, na água e no solo. O nível médio natural do zinco na crosta da terra é 70 mg / kg (peso seco), variando entre 10 e 300 mg / kg (Malle 1992).

Em certos locais, o zinco concentrou-se em níveis muito maiores por conta de processos naturais, geológicos e geoquímicos. Essas concentrações, encontradas na superfície da terra e no subsolo, estão sendo exploradas como corpos de minérios. O mineral de zinco mais comumente encontrado é a esfalerita (ZnS). O zinco metálico é produzido tanto a partir de minérios quanto de produtos reciclados de zinco. De fato, 30% do suprimento mundial de zinco atualmente provém de zinco reciclado (ver a seção 6).

Devido aos processos de erosão natural, como abrasão e ação atmosférica sobre a rocha, dos solos e sedimentos pelo vento e pela água, uma pequena, mas significativa fração de zinco natural está continuamente sendo mobilizada e transportada no ambiente. As erupções vulcânicas, os incêndios florestais e a formação de aerossol acima dos mares também contribuem para o transporte natural do zinco. Esses processos fazem o ciclo do zinco no ambiente, resultando nos níveis naturais no ar, em águas superficiais e no solo (Tabela 1).



Assim como a quantidade natural de zinco no solo é variável, a concentração do zinco na água depende de muitos fatores, como da natureza e da idade das formações geológicas por onde a água flui, juntamente com condições biológicas e físico-químicas. As variações sazonais também influenciam a concentração do zinco na água. Entretanto, algumas categorias de águas superficiais, são caracterizadas por uma gama de níveis naturais de zinco. Essas categorias, chamadas tipos de habitat, são onde as comunidades de organismos – ecossistemas – habitam, e que são condicionadas pelos níveis de zinco presentes. Os rios em planícies aluviais europeias, os rios das Montanhas Rochosas norte-americanas, e os Grandes Lagos da América do Norte são exemplos de tipos de habitat de água corrente com diferentes faixas naturais de concentração de zinco (Tabela 1).

As plantas tolerantes ao zinco são encontradas em ambientes enriquecidos pelo zinco. A foto mostra a Viola calaminaris, que habita a área naturalmente rica de zinco de La Calamine na Bélgica (foto: F. Van Assche).

Tabela 1: Níveis naturais de zinco (zinco total) no ambiente

	Faixa
Ar (rural) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.01 - 0.2
Solo (geral) (mg/kg peso seco)	10 - 300
Rochas (geral) (mg/kg peso seco)	
- ígneas basálticas	48 - 240
- ígneas graníticas	5 - 140
- xistos e argilas	18 - 180
- arenitos	2 - 41
- xistos negros	34 - 1500
Corpos de minérios (%)	5 - > 15
Águas superficiais ($\mu\text{g} / \text{l}$)	
Tipo de habitat:	
- Oceano aberto (superfície)	0.001 - 0.06
- Mares costeiros / mares internos	0.5 - 1
- Água corrente:	
- Rios de planícies aluviais ricos em nutrientes e oligoelementos (ex., planícies europeias)	5 - 40
- Rios de montanha de antigas formações geológicas, fortemente lixiviados (ex., Montanhas Rochosas)	< 10
- Grandes lagos (ex., Grandes lagos)	0.09 - 0.3 (dissolvido)
- Correntes enriquecidas com zinco fluindo por áreas de mineralização	> 200

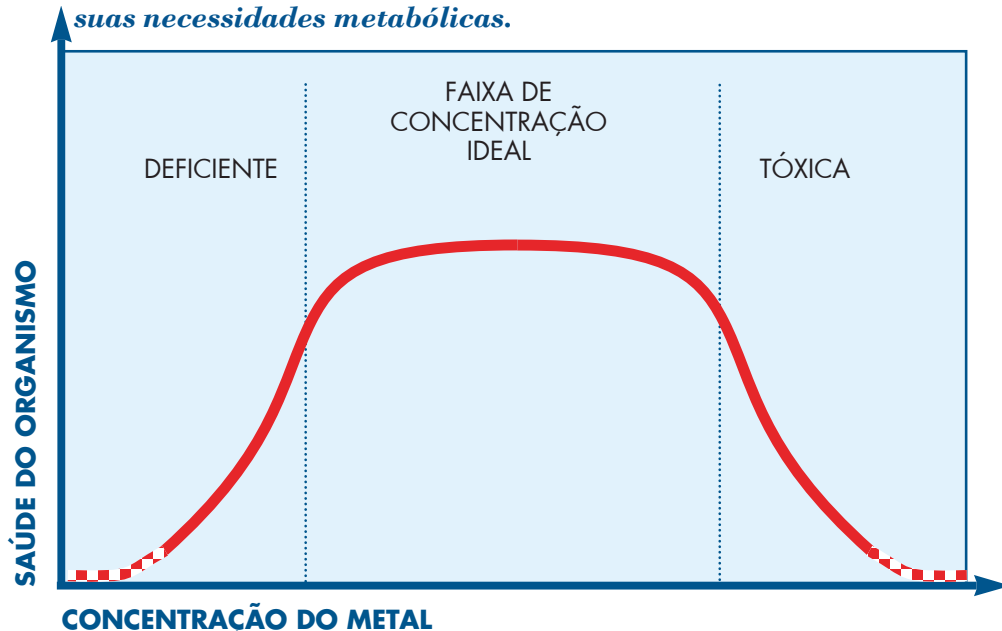
*O zinco é
um
elemento
essencial
para a
vida, desde
o homem
até o
menor
micro-
organismo*

3. O Zinco é essencial

Toda a vida na terra que conhecemos está hoje envolvida pela presença de níveis naturais de zinco. Devido à sua disponibilidade para os organismos (biodisponibilidade) e suas características, o zinco tem sido usado pela natureza para desempenhar um papel específico em várias reações biológicas. Assim, o zinco é um elemento essencial para todos os tipos de vida, do homem até o menor micro-organismo.

Os organismos obtêm os elementos essenciais que necessitam de seus ambientes, isto é, diretamente do ar, da água, do solo e dos alimentos. Quando as necessidades celulares desses elementos são satisfeitas, o crescimento e o desenvolvimento são ideais. Quando a ingestão é muito baixa, ocorre a deficiência, e efeitos adversos podem ser observados. Por outro lado, a ingestão excessiva de um elemento essencial pode levar à toxicidade. Entre esses dois extremos, cada organismo tem uma faixa de concentração para cada elemento essencial, dentro da qual suas exigências são satisfeitas. Assim, existe uma Faixa de Concentração Ideal de zinco para cada organismo vivo, incluindo o homem. Na verdade, existe uma Faixa de Concentração Ideal para Elementos Essenciais (OCEE) para cada elemento essencial e cada organismo vivo (Figura 1).

Figura 1: Cada organismo tem uma Faixa de Concentração Ideal para Elementos Essenciais, dentro da qual seus níveis internos de zinco podem ser regulados, de maneira a satisfazer suas necessidades metabólicas.



(Van Assche et al. 1996)



*a indústria
do zinco
obteve gran-
des reduções
das emissões
nas últimas
décadas*

4. Emissões de zinco

Desde a Grécia Antiga, o homem tem feito mineração para a extração de metais da terra, refinando-os e convertendo-os em várias formas químicas para uso em uma ampla variedade de produtos. O zinco é conhecido como um metal em separado desde a Idade Média, mas a extração industrial e o refino do zinco iniciaram-se na Europa no final do século 18. Essa atividade industrial resultou em inserções antropogênicas (feitas pelo homem) de zinco no ambiente e um aumento dos níveis de zinco em determinados ambientes.

Entretanto, a partir da década de 1970, uma maior atenção levou a uma progressiva redução nas emissões de zinco para o ar e para a água, tendo a indústria do zinco obtido uma grande redução nas emissões em décadas recentes.

Essa tendência é refletida nos registros de deposição atmosférica de zinco na neve da Groenlândia. As pequenas quantidades de zinco depositado nessa localização remota são um indicador tanto do ciclo natural do zinco como das emissões antropogênicas do zinco no ar na Europa e na América do Norte, refletindo a tendência das emissões de zinco para o ar observadas em todo o hemisfério norte. Os registros da Groenlândia mostram uma deposição máxima de zinco na década de 1960, e uma marcante redução desde então (Boutron et al. 1995). Essa tendência para baixo, resultante dos controles de emissões em fontes pontuais ², ainda está presente e os níveis de zinco no ar ambiente parecem estar retornando aos níveis pré-industriais (Figura 2).

² Fonte pontual ou emissões controladas se originam de fontes estacionárias que podem ser facilmente limpas ou reduzidas pelos sistemas tracionais de abatimento, como eletrofiltros e filtros de tecido (OSPARCOM 1996).

Figura 2: Mudanças na concentração de zinco no gelo e na neve em Summit na Groenlândia, da década de 1770 até o presente (Boutron et al. 1995)

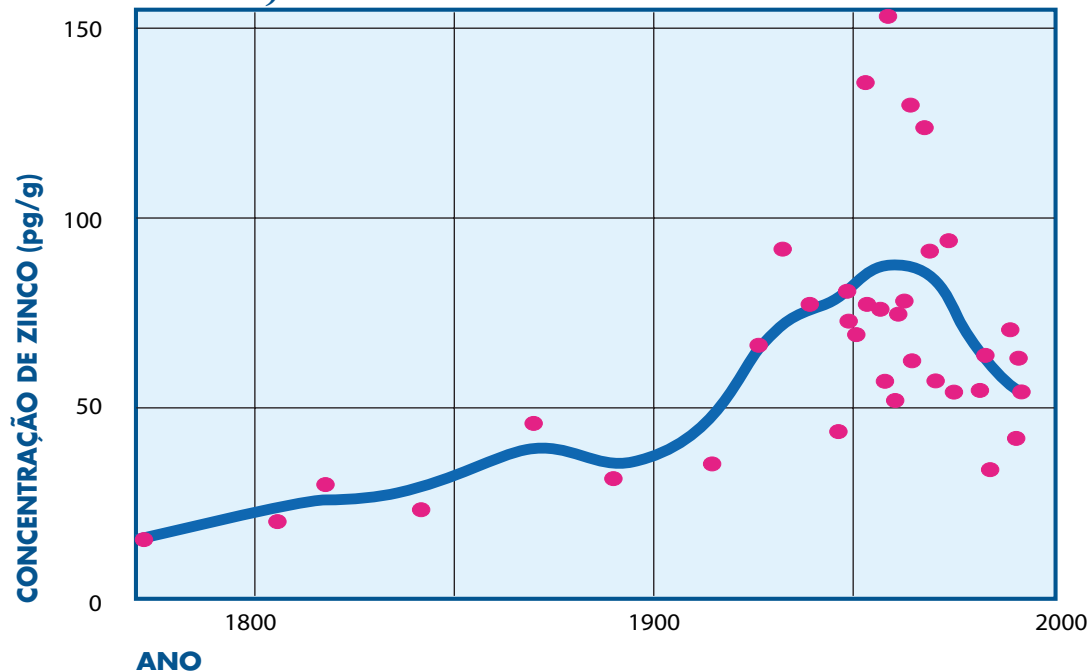
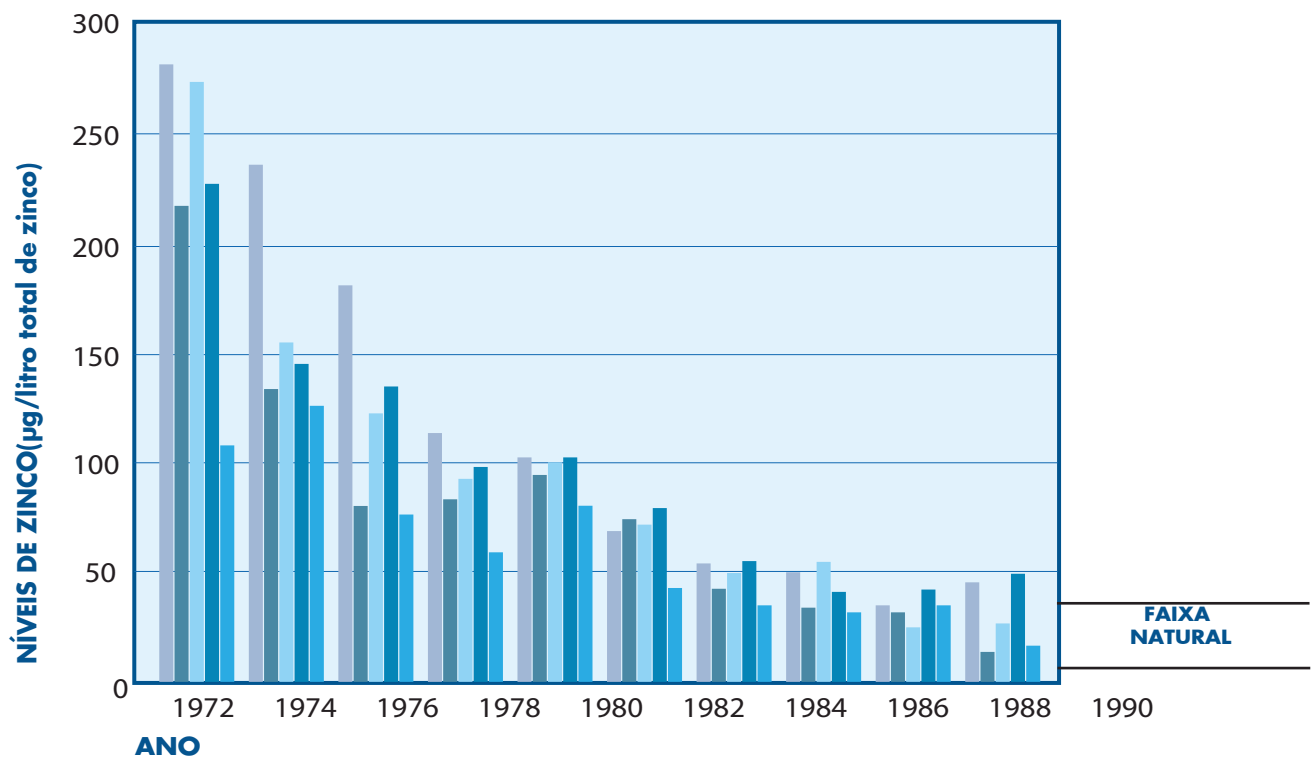


Figura 3: Tendência dos níveis totais de zinco no rio Reno em cinco diferentes locais de amostragem na Holanda: 1972 -1990 (de acordo com Heymen & Vanderweyde n, 1991), com uma indicação da faixa natural (de acordo com Van Tilborg & Van Assche 1995)

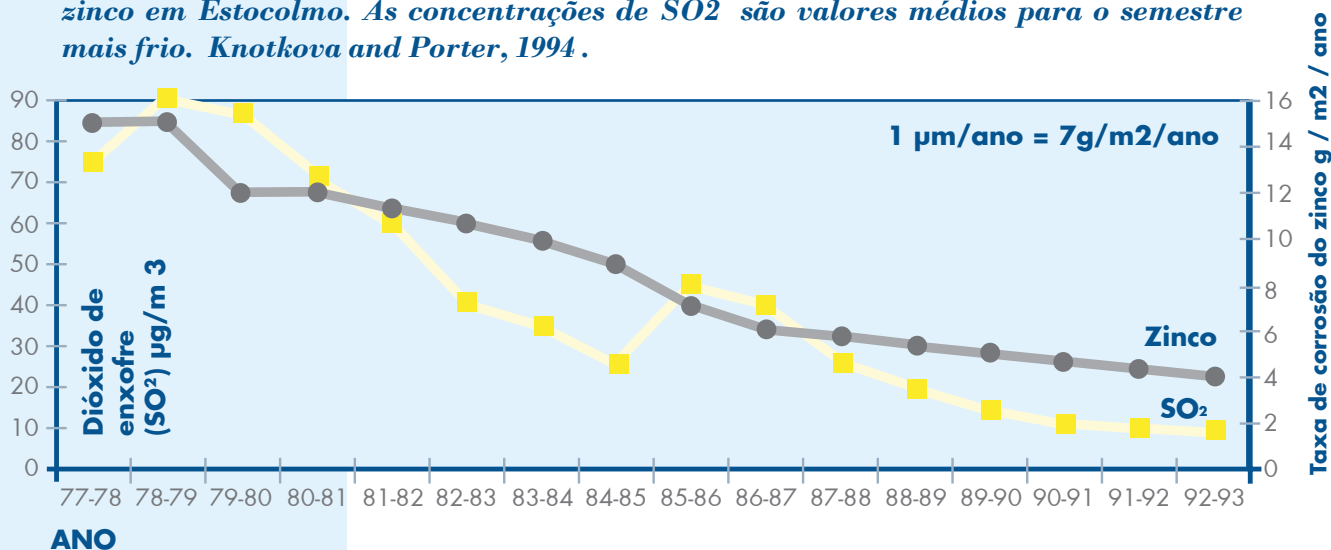


As emissões de zinco a partir de fontes pontuais para águas superficiais também foram reduzidas de forma significativa a partir dos anos 70 devido aos aperfeiçoamentos nos processos industriais e a uma tecnologia de controle de emissões mais eficiente. Isso resultou em uma redução geral na concentração de zinco nas águas superficiais no mundo industrializado, como ilustrado pelos níveis de zinco no rio Reno (Figura 3).

As Emissões Fugitivas³ são hoje minimizadas pelo uso de tecnologias de controle de emissões mais efetivas e melhores práticas de administração nas dependências de operação.

Uma redução nas emissões difusas - zinco liberado no ambiente devido ao uso de produtos zincados – também foi observada nos anos recentes. De forma mais notável, a corrosão das superfícies de zinco expostas tem sido reduzida de forma marcante durante as duas últimas décadas, como consequência direta da acidez decrescente do ar no mundo industrializado, resultado do rígido controle das emissões de dióxido de enxofre (Figura 4).

Figura 4: Níveis de dióxido de enxofre em Estocolmo, Suécia e taxa de corrosão do zinco em Estocolmo. As concentrações de SO₂ são valores médios para o semestre mais frio. Knotkova and Porter, 1994.



³ As emissões fugitivas se originam de fontes como armazenagens externas, manuseio de operações de transferências, tráfego de veículos, assim como vazamentos de prédios e de telhados, por operações de manutenção e paradas de fabricação (OSPARCOM 1996).

muitos outros fatores, como a temperatura, a dureza da água, o pH, e o teor de carbono orgânico dissolvido, de fato determinam a bio-disponibilidade do zinco na água

5. O que acontece ao zinco no ambiente?

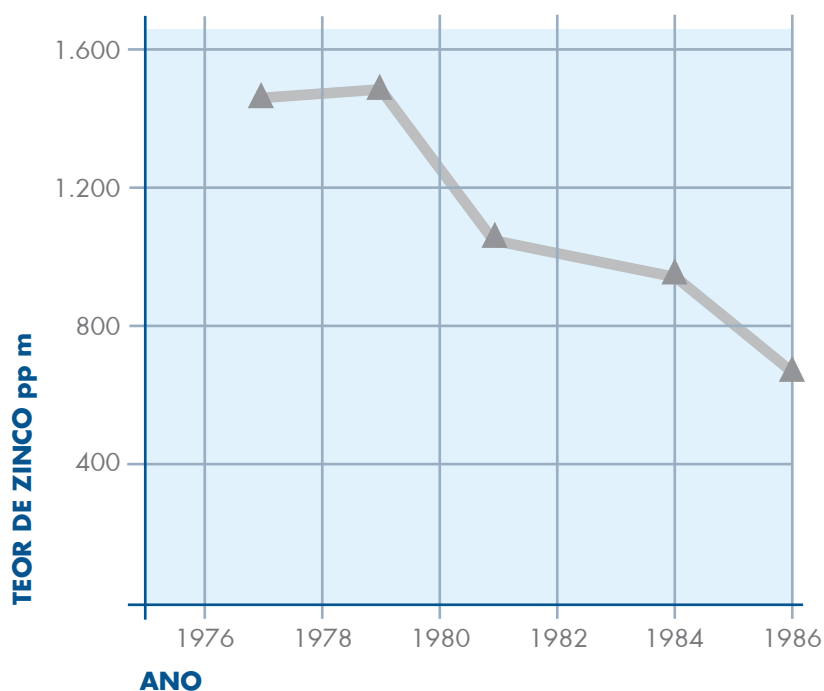
Uma grande parte do zinco presente nas superfícies das águas é, em última análise, depositado nos sedimentos dos rios, estuários e áreas costeiras, onde se liga a matérias inorgânicas e orgânicas, o que reduz sua biodisponibilidade.

Há uma diferença entre a concentração total de zinco e a concentração do zinco dissolvido na água. Não existe relação entre a concentração total de zinco e a ingestão do zinco pelos organismos.

É o teor de zinco biodisponível que tem significância ecológica. Essa fração biodisponível é normalmente estimada filtrando a amostra de água em um filtro de 0,45 µm. Entretanto, muitos outros fatores, como a temperatura, dureza da água, pH, e o teor de carbono orgânico dissolvido, determinam de fato a biodisponibilidade do zinco na água.

Em geral, o zinco ligado à matéria orgânica suspensa se deposita e por isso, as camadas superiores de sedimento normalmente espelham os níveis de zinco na água subjacente. As camadas de sedimentos, formadas nos rios nos anos mais recentes, mostram níveis decrescentes de zinco, como ilustrado na Figura 5.

Figura 5: Tendência do teor médio de zinco em sedimentos no porto de Roterdã (de acordo com Malle 1992)



As partículas aéreas de zinco são depositadas na terra e nas superfícies das águas. No solo, o zinco é ligado ao complexo do solo (argilas, matéria orgânica,...), dependendo dos diferentes fatores físico-químicos do solo, como o pH e o teor de matéria orgânica. Esses fatores determinam a solubilidade do zinco contido no solo e, conseqüentemente, sua biodisponibilidade para a ingestão pelos organismos. As alterações no pH do solo, por exemplo, alteram intimamente a biodisponibilidade do zinco no solo. Os solos e os sedimentos são compartimentos mais estáticos que o ar e as superfícies das águas.

Nas vizinhanças de alguns antigos locais industriais, os níveis de zinco no solo, normalmente em combinação com outros metais pode ser elevado devido às grandes emissões no passado (contaminação histórica). Esses locais requerem atenção específica e um adequado gerenciamento de riscos para limitar a exposição do ecossistema local e evitar que a contaminação se espalhe para as áreas vizinhas. Foram obtidos recentemente resultados promissores com compostos imobilizadores de metal que, quando misturados aos solos contaminados, fixam o zinco e outros metais ao complexo do solo, tornando-os menos disponíveis para absorção por parte de organismos (Van Gronsveld et al.1994).

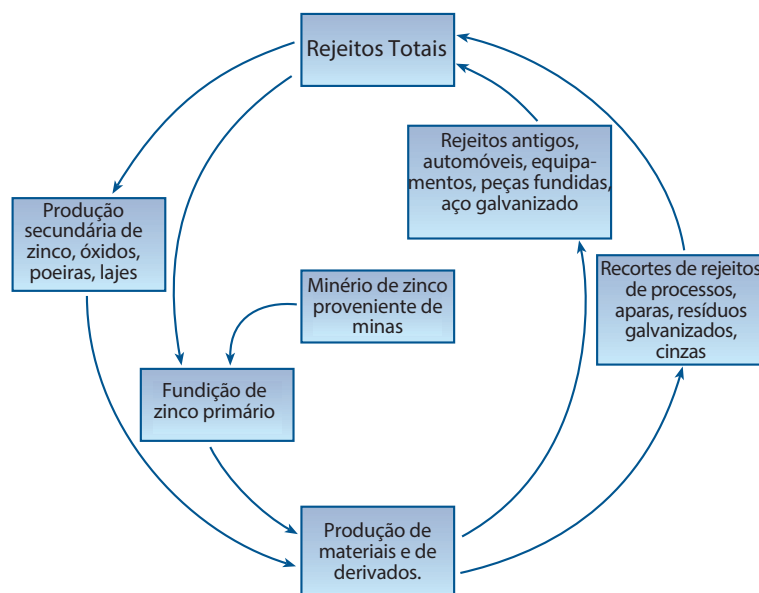
6. O zinco é reciclado

O zinco é um material reciclável. Atualmente, cerca de 30% do suprimento mundial de zinco provém do zinco reciclado. Em outras palavras, cerca de 2 milhões de toneladas de zinco são recicladas a cada ano (European Zinc Institute 1990).

O zinco é reciclado a partir de produtos zincados que são recuperados após o uso: rejeitos pós-consumidor, como conexões e dispositivos de latão (o latão é uma liga de zinco e cobre), peças fundidas de zinco e aço galvanizado, recuperadas de automóveis, dispositivos domésticos ou componentes elétricos. O zinco é também recuperado a partir de rejeitos de processos, como resíduos galvanizados, poeira e cinzas de fornos, recortes, sobras de fundição e rejeitos de usinagem de latão. Somente a indústria do latão recupera mais de 600.000 toneladas de zinco por ano.

É difícil estimar precisamente a taxa de recuperação do zinco, já que muitos produtos de zinco têm um tempo muito longo de vida. Por exemplo, espera-se que as placas de zinco usadas para coberturas durem mais de 100 anos sem manutenção antes que possam ser disponíveis para reciclagem. Não obstante, estimativas baseadas no consumo histórico e nos ciclos de vida dos produtos sugerem que 80% do zinco disponível para reciclagem seja verdadeiramente reciclado. O zinco pode ser reciclado indefinidamente sem qualquer perda de suas propriedades físicas ou químicas.

Figura 6: Circuito de Reciclagem do Zinco





A ingestão diária recomendada de zinco é de 12 mg/dia para mulheres adultas e de 15 mg/dia para homens adultos

7. O zinco é essencial para a saúde humana

O zinco desempenha um papel essencial no metabolismo humano. Por exemplo, o zinco é vital para o funcionamento adequado de mais de 200 enzimas, para a estabilização do DNA e a expressão dos genes, e para a transferência dos sinais vitais.

O corpo humano contém 2-3 g de zinco (comparado com 7 g de ferro) que é encontrado em todos os locais no corpo, com os maiores níveis nos músculos, fígado, rins, ossos e próstata.

A ingestão diária recomendada de zinco é de 12 mg / dia para mulheres adultas e 15 mg / dia para homens adultos. A ingestão diária não depende somente dos alimentos, mas também de fatores como sexo, idade e condição geral de saúde. Bebês em crescimento, crianças, adolescentes, mulheres grávidas e idosos tem uma maior exigência de zinco. Certos grupos são conhecidos como tendo uma maior demanda de zinco e têm um maior risco de não obter zinco suficiente (Tabela 2).

Os alimentos são a fonte primária de zinco para o homem, com somente uma pequena parte vinda da água potável. Os produtos alimentícios diferem em seus conteúdos de zinco. As principais fontes de zinco na dieta são a carne vermelha, frangos, peixes, comida marinha, cereais integrais e produtos lácteos.

Tabela 2: Grupos populacionais com maior demanda de zinco

• Crianças e adolescentes	Maior demanda devido ao crescimento
• Mulheres grávidas e nutrízes	Maior reabsorção pelo feto e no leite
• Pessoas idosas	Funções corporais reduzidas, dieta desbalanceada
• Pessoas que fazem trabalhos pesados	Maior demanda geral
• Diabéticos e alcoólatras	Maior excreção
• Fumantes	Absorção reduzida
• Pacientes com ferimentos graves	Extremas perdas e maiores demandas

8. A deficiência de zinco é um problema

O zinco é essencial para a saúde humana, mas muitos adultos e crianças podem não estar obtendo zinco suficiente em suas dietas. Uma ampla revisão (Walsh et al. 1995) do conhecimento atual sobre o zinco e a saúde humana concluiu que há um potencial para a deficiência de zinco em escala mundial.

Nos Estados Unidos, estudos concluíram que uma parte substancial da população geral está em risco de deficiência de zinco. É até prevista uma deficiência crônica leve nas pessoas que consomem dietas com pouca carne, ricas em fitato e fibras. Os sintomas da deficiência de zinco incluem percepção reduzida de gosto e odor, distúrbios da pele, letargia mental e fertilidade reduzida.

Os suplementos nutricionais de zinco podem equilibrar com sucesso a ingestão dietética insuficiente de zinco, mas altas doses podem levar a distúrbios gastrintestinais, não sendo recomendados sem supervisão médica.

*No
decorrer da
evolução,
todos os
organismos
vivos
ingeriram
o zinco
disponível
em seus
ambientes e
o usaram
para
funções
específicas
em seus
metabolism
os*



9. As plantas e os animais precisam do zinco para crescer

No decorrer da evolução, todos os organismos vivos ingeriram o zinco disponível em seus ambientes e o usaram para funções específicas em seus metabolismos. Consequentemente, todos os organismos estão condicionados às concentrações biodisponíveis de zinco em seus ambientes naturais, que não são constantes, mas sujeitas a variações sazonais.

Para se adaptar a essas flutuações, os organismos desenvolveram um mecanismo (homeostase) que permite regular sua ingestão de zinco dentro de determinados limites. Quando os limites desse mecanismo de regulação forem ultrapassados, podem ocorrer efeitos adversos.

A deficiência não é difundida em condições naturais, devido aos níveis de fundo de zinco na natureza. A deficiência de zinco ocorre normalmente em condições não naturais; entretanto, como na agricultura moderna, onde a biodisponibilidade do zinco é reduzida, zinco adicional precisa ser fornecido para que as plantações e os animais tenham um crescimento máximo. Por outro lado, o zinco pode ser tóxico para os organismos quando as concentrações forem muito altas.

10. Ecossistemas naturais e cadeias alimentares

Na natureza, todos os organismos que vivem em conjunto no mesmo ambiente físico (seus habitats) formam um ecossistema, uma comunidade complexa de numerosas populações de diferentes espécies que são dependentes entre si como fonte de alimentação. São formadas as cadeias alimentares ou redes alimentares. Os ecossistemas são condicionados em seus ambientes físicos, como água doce, no mar ou no solo.

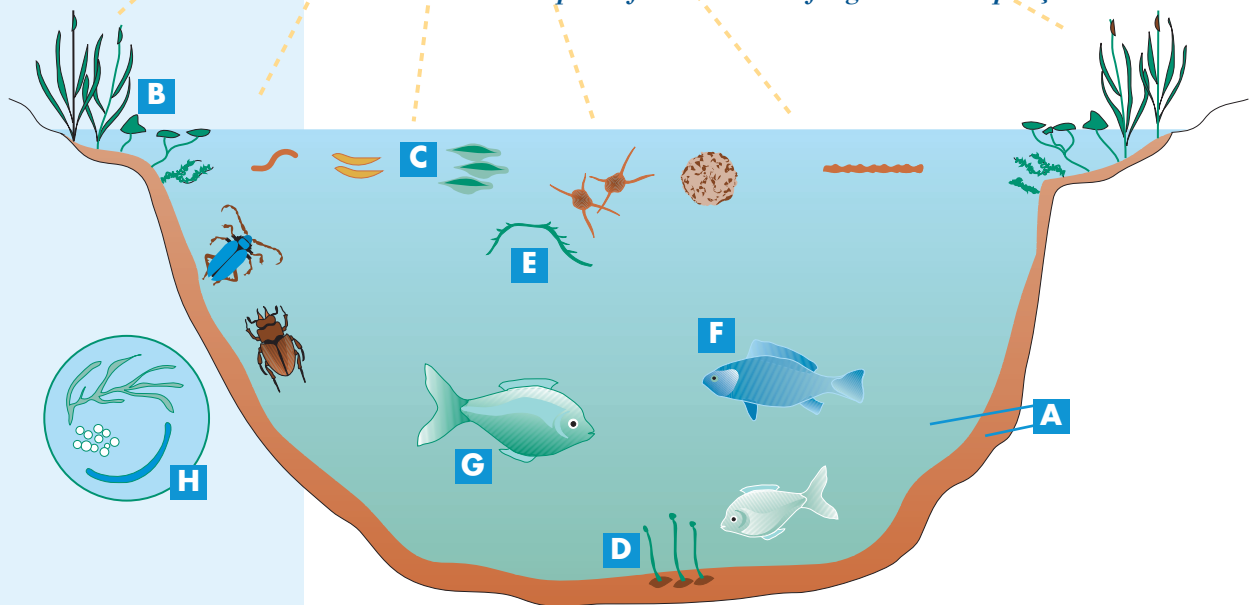
A Figura 7 mostra um ecossistema de um lago de água doce como exemplo. O sol é a força motriz, fornecendo energia ao sistema, que é transformada pelas plantas e algas em biomassa, iniciando a cadeia alimentar, com diferentes níveis de "consumidores" como minhocas e peixes, pássaros, animais e... o homem.

Claramente, caso a concentração de zinco em um dado habitat cresça – como resultado da ação antropogênica – acima de níveis que possam ser administrados por alguns dos organismos presentes, então o equilíbrio é perturbado e a estrutura (diversidade das espécies) e a função do ecossistema podem ser afetadas. Esse problema é solucionado pela avaliação de risco ambiental.

Figura 7: Diagrama de um ecossistema de lago (de acordo com Odum 1971).

As unidades básicas são as seguintes:

- A. Substâncias abióticas – compostos básicos orgânicos e inorgânicos*
- B. Produtores – vegetação com raízes*
- C. Produtores - fitoplâncton (algas)*
- D. Consumidores primários (herbívoros) – formas de vida do fundo*
- E. Consumidores primários (herbívoros - zooplâncton)*
- F. Consumidores secundários (carnívoros)*
- G. Consumidores terciários (carnívoros secundários)*
- H. Saprótrofos - bactérias e fungos de decomposição*





11. Avaliação de risco

Na avaliação de risco, a possibilidade de uma substância ter efeitos adversos na saúde humana ou no funcionamento de um ecossistema é avaliada ao se responder a duas perguntas:

- ◆ Quais são os níveis críticos de uma dada substância da qual podem ser esperados efeitos adversos?
Essa pergunta é respondida pela análise dos dados de toxicologia (homem) e da ecotoxicologia (ambiente) para a obtenção de valores da Ingestão Tolerável Diária para a saúde humana e a Concentração de Nenhum Efeito Previsto (PNEC) para o ambiente.

- ◆ Qual a verdadeira exposição à substância no ambiente?
A exposição a uma substância é expressa em termos de Ingestão Diária para o homem e Concentração Ambiental Prevista (PEC) para o ambiente. O risco é então avaliado pela comparação do nível de efeito crítico com o nível de exposição:

Quando a Ingestão Diária for menor que a Ingestão Tolerável Diária (ou a PEC for menor que a PNEC), não há riscos para o homem (ou para o ambiente). Se a Ingestão Diária for igual ou maior que a Ingestão Tolerável Diária (a PEC igual ou maior que a PNEC), então existe um risco.

12. Ecotoxicologia

Os efeitos das substâncias nos ecossistemas são analisados pela ecotoxicologia. As substâncias podem ser produzidas pelo homem, como os produtos químicos orgânicos, ou elementos essenciais naturais como o zinco.

Nos exames de ecotoxicidade, os organismos são retirados de seus ambientes naturais e transferidos para o laboratório, onde são submetidos a diferentes concentrações de uma dada substância. Assim, o valor EC50 (Concentração de Efeito) – concentração na qual 50% dos organismos em exame são afetados com relação a parâmetros biológicos como crescimento ou reprodução – ou o valor NOEC (Concentração de Nenhum Efeito Observado) – a maior concentração na qual nenhum efeito é observado. São usados então os valores EC50 e NOEC para os vários organismos de um dado ecossistema para estimar o PNEC (Concentração de Nenhum Efeito Previsto).



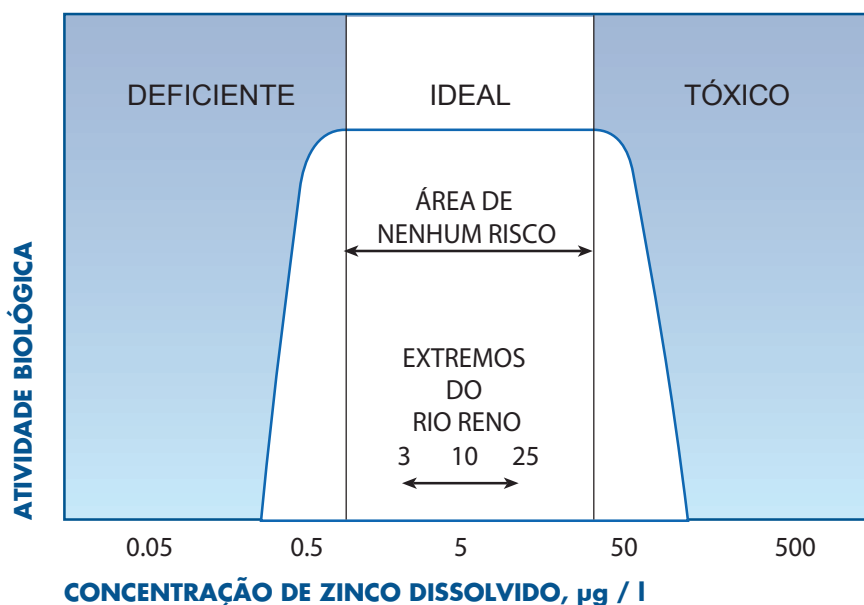
*os níveis
atuais de
zinco não
são um risco
para o
ambiente*

13. O zinco no ambiente aquático

Quais são os possíveis riscos relacionados à presença de zinco no ambiente aquático? Essa questão estimula o debate sobre a metodologia de avaliação de riscos para elementos essenciais, como o zinco.

Com base na metodologia adequada para elementos essenciais e dados confiáveis de ecotoxicidade, foi determinado o valor PNEC (Concentração de Nenhum Efeito Previsto) de 50 µg / litro de zinco dissolvido (correspondente a cerca de 150 - 200 µg / litro de zinco total). As análises de risco que foram realizadas em ambientes aquáticos e no solo concluíram que os níveis atuais de zinco não são um risco para o ambiente (Van Assche et al. 1996). Por exemplo, os níveis atuais de zinco no rio Reno estão em conformidade com a Faixa de Concentração Ideal descrita para o zinco (Figura 8).

Figura 8: Avaliação de risco do zinco no habitat de rios de planícies aluviais europeias. Estão indicada a “Área de Nenhum Risco”, fazendo limite com o lado de toxicidade pelo PNEC (Van Assche et al. 1996) e as concentrações média, mínima e máxima do zinco dissolvido no rio Reno, observadas nos anos de 1988, 1989, 1990 (Heymen and Vander Weijden, 1991).



14. Conclusão

O zinco é um elemento natural que é essencial para o homem e para a maioria dos organismos vivos. Na verdade, a deficiência de zinco é agora reconhecida como um problema de saúde humana. As emissões de zinco resultantes das atividades industriais reduziram-se de forma significativa nas últimas décadas e os níveis atuais de zinco não apresentam um risco para o ambiente. Entretanto, locais específicos, onde tenham ocorrido contaminações históricas, ainda necessitam de atenção adequada.

Recentemente, o International Programme on Chemical Safety (IPCS) – um fórum mundial sob os auspícios da OMS (Organização Mundial da Saúde), a ILO (Organização Internacional do Trabalho) e o UNEP (Programa Ambiental das Nações Unidas) – formaram uma Força Tarefa para o Zinco, de maneira a estabelecer Critérios de Saúde Ambiental para o Zinco. Entre suas conclusões, a Força Tarefa declara:

“O zinco é um elemento essencial no ambiente. Existe a possibilidade de uma deficiência e de um excesso deste metal. Por esta razão, é importante que os critérios reguladores do zinco, mesmo protegendo contra níveis tóxicos, não sejam tão baixos, de maneira a levar os níveis de zinco para uma área de deficiência.”

15. Referências

Boutron CF, Houg S. and Candelone JP. 1995. History of the large scale atmospheric pollution of the Northern hemisphere for heavy metals as documented in Greenland snow. In "Heavy Metals in the Environment", RD Wilken, U Förstner and A Knöckel (editors). CEP Consultants Edinburgh Publ. Vol. 1, p. 28-33.

European Zinc Institute. 1990 . Zinc Recycling. EZI Publ. Brussels

Heymen R. and Vander Weijden M. 1991. Resultaten van het Waterkwaliteits-onderzoek in de Rijn in Nederland. RIZA nota nr. 91.047. RIZA Publ. Lelystad, The Netherlands (in Dutch).

International Programme on Chemical Safety. 1996. Collective Views of the IPCS Task Force on Zinc (IPCS/EHS 96.51) (unedited version).

Knotkova D. and Porter F. 1994. Longer life of galvanized steel in atmosphere due to reduced SO₂ pollution in Europe. Proc. of "Intergalva" 1994. Paris, p. GD 8/1 - GD 8/20. EGGA Publ. Birmingham UK.

Malle KG. 1992. Zink in der Umwelt. Acta Hydrochim. Hydrobiol. 20,4: 196-204.

Odum EP. 1971. Fundamentals of Ecology (3rd edition). WB. Saunders. Publ. Philadelphia ISBN 0-7216-6941-7.

OSPARCOM. 1996. Description of Best Available Techniques for Primary Non-Ferrous Metals.

Peters F. 1992. Non ferrous metals production and related energy consumption in EC and EFTA member countries and in the international context. Proc. of Thermie Eur. Seminar "Improved Technologies for the Rational Use of Energy in the Non-Ferrous Metals Industry in Europe", Milan 1992. EEC DG XVII.

Van Assche F, 1997. Atmospheric conditions and hot dip galvanizing performance. Intergalva Conference 1997.

Van Assche F, van Tilborg W. and Waeterschoot H. 1996. "Environmental Risk Assessment for Essential Elements - Case Study Zinc", in "Report of the International Workshop on Risk Assessment of Metals and their Inorganic Compounds". ICME, Ottawa, Publ. P. 171-180.

Van Gronsveld G, Van Assche F. and Cligsters H. 1995. Reclamation of a Bare Industrial Area Contaminated by Non-Ferrous Metals: In Situ Metal Immobilisation and Revegetation. Environmental Pollution 87: 51-59.

Van Tilborg WJM, Van Assche F. 1995. Integrated Criteria Document Zinc: Industry Addendum. VTBC Publ. Rozendaal, The Netherlands.

Walsh CT, Sandstead HH, Prasad A, Newberne PM. and Fraker P. 1995 . Env. Health Perspectives. Vol. 102 , suppl. 2, 5-46.

O Zinco no Ambiente

- Uma Introdução

2ª edição 1997

Publicado pela

Associação Internacional do Zinco (IZA)

Avenida Angélica, 1814 - Cj. 507/508

C E P :01228-20 0 – São Paulo – Brasil

Tel. + 55 11 3214-1311

Fax + 55 11 99751-3088

e-mail contact@zinc.org

Internet: <http://zinc.org>

<http://www.zincworld.org>

Outras publicações da IZA:

- *Pocket Guide To World Zinc*
- *ZINC Magazine*
- *Zinc and Steel*
- *Zinc in Public Infrastructure - Applications for the 21st Century*
- *Galvanizing in the Channel Tunnel*



O Logo Zinc é uma marca comercial registrada disponível para os produtores e usuários de zinco. Para informações, contatar a IZA.