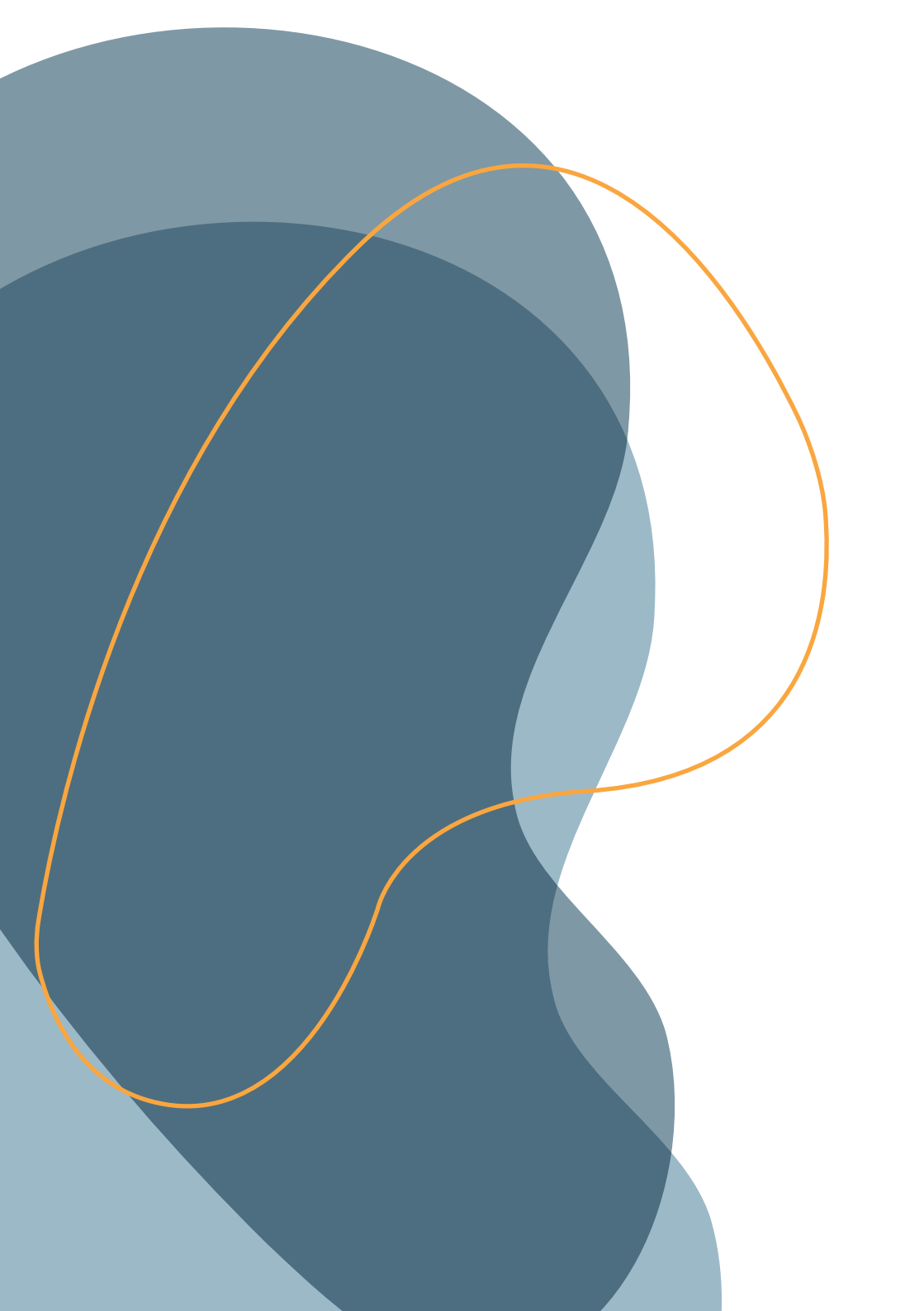


MINISTÉRIO DA SAÚDE
Instituto Nacional de Câncer (INCA)



Metais pesados, câncer e os riscos ambientais



MINISTÉRIO DA SAÚDE
Instituto Nacional de Câncer (INCA)

Metais pesados, câncer e os riscos ambientais

Rio de Janeiro, RJ

INCA

2024



Esta obra é disponibilizada nos termos da Licença Creative Commons – Atribuição – Não Comercial – Compartilha igual 4.0 Internacional. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

Esta obra pode ser acessada, na íntegra, na Biblioteca Virtual em Saúde Prevenção e Controle de Câncer (<http://controlecancer.bvs.br/>) e no Portal do INCA (<http://www.gov.br/inca>).

Tiragem: 3.000 exemplares

Elaboração, distribuição e informações

MINISTÉRIO DA SAÚDE
INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA)
COORDENAÇÃO DE PREVENÇÃO E VIGILÂNCIA
Rua Marquês de Pombal, 125 – 5º andar
Centro – Rio de Janeiro – RJ
Cep: 20230-240
Tel.: (21) 3207-6089
E-mail: voa@inca.gov.br
www.gov.br/inca

Organização

Christiane Soares Pereira Madeira
Ubirani Barros Otero

Equipe de elaboração

Débora Cristina de Almeida Mariano Bernardino
Christiane Soares Pereira Madeira
Fernanda de Albuquerque Melo Nogueira
Fernanda Voietta Pinna
Helen Paredes de Souza
Katia Soares da Poça
Marcia Sarpa de Campos Mello
Maria Theresa de Souza Accioli
Ubirani Barros Otero

Consultoria externa

Arline Sydneia Abel Arcuri

Colaboração

Thais Alves Modesto

Edição

Gabinete da Direção-Geral
Serviço de Comunicação Social
Rua Marquês de Pombal, 125 – 4º andar
Centro – Rio de Janeiro – RJ
Cep: 20230-240
Tel.: (21) 3207-5994

Supervisão editorial

Marcos Vieira
Luiza Real

Revisão

Joíra Coelho Furquim (Chá com Nozes)
Claus A. Corbett (Chá com Nozes)
Marcio Albuquerque

Capa, projeto gráfico e diagramação

Alice Corbett (Chá com Nozes)

Imagens cartilha

Freepik

Ficha catalográfica

Juliana Moreira (CRB 7/7019)

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

RJ OFFSET

159m Instituto Nacional de Câncer (Brasil).
Metais pesados, câncer e os riscos ambientais / Instituto Nacional de Câncer. – Rio de Janeiro : INCA, 2024.

22 p. : il. color.

1. Metais Pesados. 2. Neoplasias. 3. Riscos Ambientais. 4. Exposição Ambiental. 5. Exposição Ocupacional. I. Título.

CDD 546.3

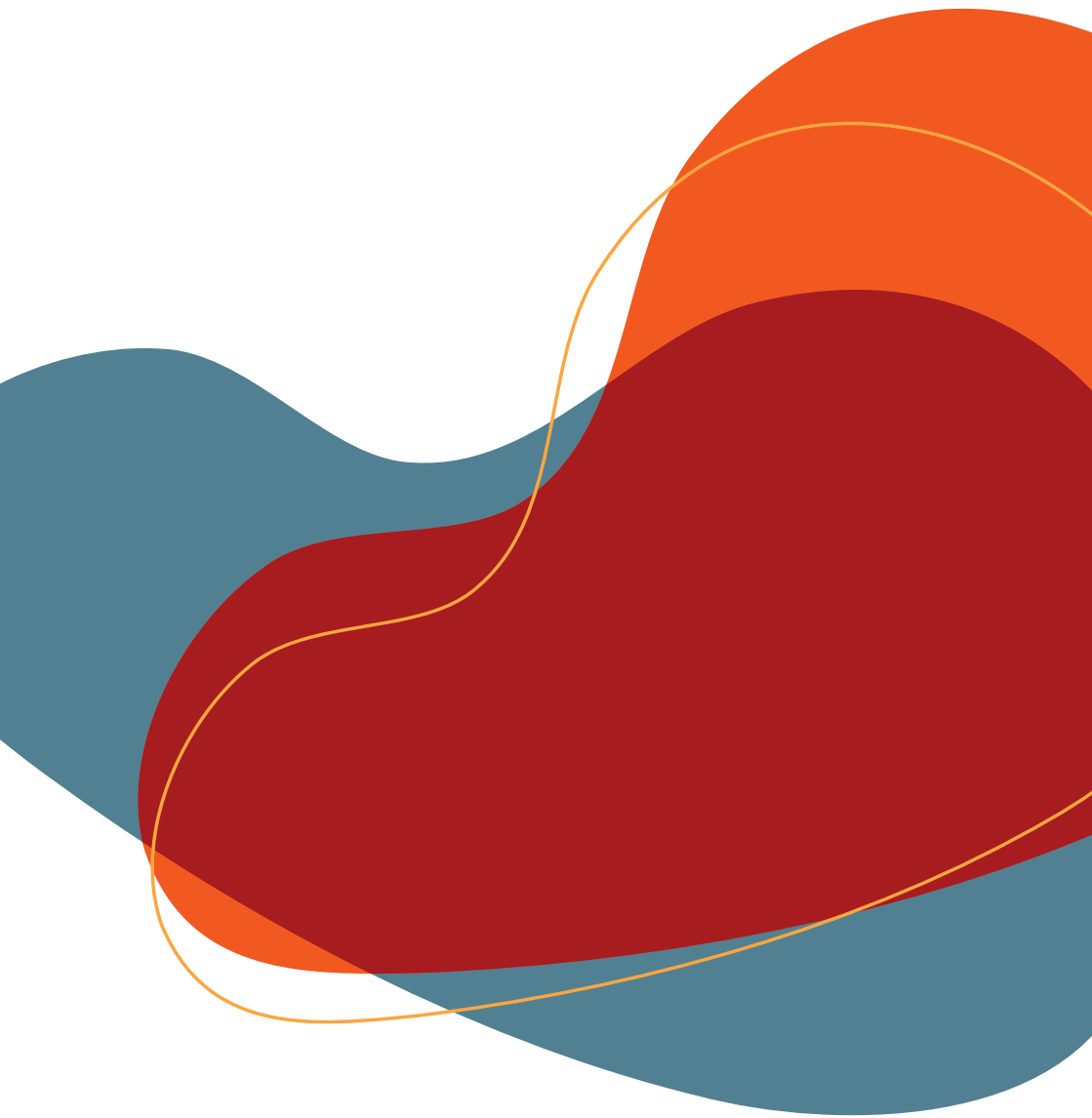
Apresentação

A Área Técnica Ambiente, Trabalho e Câncer (ATATC), da Coordenação de Prevenção e Vigilância (CONPREV), do Instituto Nacional de Câncer (INCA), tem, como um dos eixos temáticos principais, a disseminação do conhecimento sobre os agentes cancerígenos presentes nos ambientes onde se vive e trabalha. O objetivo desta publicação é contribuir para a implementação de ações efetivas de prevenção e vigilância do câncer relacionados ao trabalho e ao ambiente.

Esta cartilha, em especial, está voltada para a população em geral, pois visa a facilitar o reconhecimento dos riscos presentes no ambiente e os efeitos à saúde decorrentes da exposição aos metais pesados, principalmente os tipos de câncer associados a essa exposição, bem como trata de medidas de prevenção.

Sumário

Introdução.....	7
Exposição ambiental	8
Efeitos ambientais	10
Exposição ocupacional	12
Tipos de câncer	13
Prevenção do câncer relacionado ao trabalho	14
Referências bibliográficas	17



Introdução

Os metais são elementos químicos presentes na natureza e suas principais características físicas são: a capacidade de conduzir calor e eletricidade; apresentar-se sob a forma de sólidos em temperatura ambiente (com exceção do mercúrio, que é líquido); possuir brilho e coloração prateada (com exceção do ouro e do cobre); e serem elementos de baixa elasticidade, resultando em alta resistência à tração e elevada resistência mecânica. Essas características fazem dos metais elementos bastante utilizados na indústria moderna.

Alguns metais são importantes para o funcionamento dos sistemas orgânicos, podendo ser classificados quanto à função biológica como **essenciais** e **não essenciais**.

Metais essenciais: cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn).

Metais não essenciais: alumínio (Al), níquel (Ni), tálio (Tl), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e mercúrio (Hg) e berílio (Be).

Em pequenas concentrações, os **metais essenciais** presentes nos alimentos exercem papel biológico para a manutenção da saúde humana e animal. Porém, não devem ser consumidos em excesso pelo risco de se tornarem tóxicos ao organismo. Por outro lado, os **metais não essenciais** são altamente tóxicos, mesmo em pequenas concentrações e também considerados contaminantes para o ecossistema¹, devido às suas características de persistência no ambiente, bioacumulação² e alta toxicidade.

1 **Ecossistema** é um conjunto formado pelas interações entre componentes bióticos, como os organismos vivos: plantas, animais e micróbios, e os componentes abióticos, elementos químicos e físicos, como o ar, a água, o solo e os minerais. Fonte: O que é um Ecossistema e um Bioma.

2 **Bioacumulação** é o termo geral que descreve um processo pelo qual substâncias (ou compostos químicos) são absorvidas pelos organismos. O processo pode ocorrer de forma direta, quando as substâncias são assimiladas a partir do meio ambiente (solo, sedimento, água) ou de forma indireta pela ingestão de alimentos que contém essas substâncias. (MONTONE, S.D.)

Exposição ambiental

Os metais são elementos naturais que podem estar presentes no ambiente após fenômenos da natureza (ex.: erupções vulcânicas) e como consequência das ações humanas que favorecem a erosão do solo ou causam incêndios florestais. As atividades humanas contribuem para a emissão de metais no ambiente e as principais atividades são aquelas relacionadas à mineração, despejo de rejeitos industriais, esgotos domésticos e aplicação de fertilizantes no manejo agrícola, que podem contribuir para a contaminação do solo e da água.

Metais não essenciais, como o arsênio (As), o cádmio (Cd), o mercúrio (Hg), o chumbo (Pb) e o berílio (Be), são elementos naturais encontrados em minerais e rochas que fazem parte da crosta terrestre, porém não trazem nenhum benefício biológico para os seres vivos. A alta toxicidade desses elementos e sua capacidade de induzir a danos genéticos podem causar quadros de intoxicação aguda ou crônica e outras doenças, como diabetes, aterosclerose, doenças neurológicas ou cardiovasculares e inclusive câncer.

Uma importante fonte de contaminação de metais é o descarte de componentes eletrônicos, como celulares, monitores, televisores e computadores. É comum encontrar alguns metais como o chumbo, o mercúrio, o cádmio e o berílio nesses componentes e, por isso, o descarte desses equipamentos, quando realizado de forma inadequada, contribui para a contaminação ambiental, causando impactos para a saúde humana e animal, pois esses metais podem provocar danos ao sistema nervoso central, alterações genéticas e câncer.

Para evitar que o lixo eletrônico se torne um problema ambiental, a melhor solução é a reciclagem, recomendada pela **Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS** (artigo 33, da Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010), que prevê a responsabilidade dos fabricantes pelo destino adequado de todos os materiais e equipamentos produzidos.

O decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020, regulamentou o artigo 33 da **PNRS** visando à implementação da **logística reversa**³ de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Os consumidores, por sua vez, não devem descartar produtos eletrônicos no ambiente.

Os metais estão presentes em diversos alimentos de consumo humano (ex.: frutas, vegetais, grãos, leite, carnes, peixes e enlatados) e a carência de ferro, zinco e cobre na dieta pode causar anemia, baixa imunidade e deficiência na produção de insulina. No entanto, a ingestão de alimentos excessivamente impregnados de metais pode ser prejudicial à saúde humana. O consumo de peixes e frutos do mar contaminados pode ser a principal fonte de exposição a mercúrio, chumbo, cádmio, cobre, zinco e arsênio.

Além dos alimentos, uma fonte significativa de contato com metais para os seres humanos é o tabagismo, que configura uma importante via de exposição da população aos metais (cádmio, chumbo, mercúrio, níquel, cromo, alumínio, cobre e zinco), afetando a saúde dos fumantes. Chumbo e cádmio estão presentes em uma concentração de 1 mg a 2 mg por cigarro e concentram-se no fígado, rins e pulmões. Como possuem um tempo de permanência de 10 a 30 anos, ou seja, não são facilmente eliminados desses órgãos, seu acúmulo causa a perda da capacidade ventilatória pulmonar, falta de ar, enfisema, fibrose pulmonar, hipertensão e câncer de pulmão, próstata, rins e estômago. Já o níquel e o arsênio podem se acumular no fígado, nos rins, no coração, nos pulmões, nos ossos e nos dentes e esse acúmulo pode causar gangrena⁴, especialmente de extremidades (ex.:pés). Pode causar, também, danos ao miocárdio, além de câncer⁵.

3 A **logística reversa** é um conjunto de procedimentos e meios para recolher e dar encaminhamento pós-venda ou pós consumo ao setor empresarial, para reaproveitamento ou destinação correta de resíduos. (EQUIPE CONTA AZUL, 2023)

4 Gangrena é a morte de um tecido do corpo devido à insuficiência de irrigação sanguínea em uma determinada região ou a uma infecção bacteriana. A doença é mais comum nas extremidades do corpo, incluindo pés, dedos, braços e pernas, mas também pode ocorrer em músculos e órgãos internos. (COSTA, 2023).

5 SILVA, S.D.

Efeitos ambientais

Os metais pesados dispersos no meio ambiente, em decorrência de seu uso industrial (minas e siderúrgicas, por exemplo), podem contaminar a água, o solo e o ar. Dessa maneira, as pessoas e os animais que vivem próximos a esses ambientes – e que utilizam a água contaminada, consomem alimentos provenientes do solo e até mesmo respiram as poeiras ou fumaças tóxicas – estão expostos, em maior ou menor grau, a esses poluentes. Vários são os casos de acidentes ambientais que ocorreram tanto em nosso país como internacionalmente.

O caso internacional mais antigo e conhecido envolvendo a poluição de metais foi o que ocorreu no Japão em 1950: uma indústria despejou rejeitos com grandes quantidades de mercúrio, sem nenhum tratamento prévio, na Baía de Minamata. Após vinte anos dessa prática, os primeiros sinais da contaminação foram observados em pássaros e animais domésticos, com sintomas neurológicos. Posteriormente, o mesmo foi observado em pessoas que consumiam peixes oriundos da baía contaminada.

A *doença de Minamata* é caracterizada por uma síndrome neurológica grave que pode evoluir para paralisia e morte. A repercussão desse evento para o ambiente e seus prejuízos para a saúde humana e animal culminou na *Convenção de Minamata*, um tratado internacional do qual o Brasil faz parte desde 2017, para limitar o uso de mercúrio e prevenir desastres ambientais.



No Brasil, é importante destacar que estudos geológicos indicaram a presença de mercúrio naturalmente no solo da Amazônia; no entanto, a atividade de mineração do ouro que utiliza o mercúrio para agregação é a maior responsável pela contaminação ambiental dos peixes e dos índios Yanomamis que habitam a região.

O mercúrio e os seus compostos inorgânicos são classificados pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC - *International Agency for Research on Cancer*) como pertencentes ao grupo 3 (não classificável quanto a carcinogenicidade), no entanto, os compostos de metilmercúrio foram classificados no grupo 2B (possível carcinógeno para humanos). As atividades de mineração que utilizam agentes químicos como catalisadores, como é o caso da exploração de ouro, podemos encontrar agentes com evidência reconhecida para o câncer (ex.: arsênio). Vale destacar que em razão da sua alta toxicidade, os compostos de mercúrio têm sido proibidos em todo o território nacional, na fabricação de produtos cosméticos, agrotóxicos, aparelhos de pressão, termômetros, pilhas, lâmpadas etc.⁶

Acidentes ambientais que tenham arsênio, cádmio, cromo, níquel e berílio como poluentes podem causar câncer na população exposta muitos anos depois da contaminação do meio ambiente. Uma pesquisa realizada na região de Brumadinho, Minas Gerais, após o desastre ambiental em uma mina de extração de ferro (Mina do Córrego do Feijão)⁷, demonstrou que amostras de urina e sangue dos moradores dessa região (adultos, adolescentes e idosos) apresentaram níveis acima dos valores de referência para os seguintes metais pesados: manganês (Mn), arsênio (As) e chumbo (Pb).

Essa informação é de grande importância para subsidiar a vigilância à exposição ambiental aos metais pesados nessa população exposta, especialmente no que se refere ao controle e prevenção do câncer. Vale destacar que a exposição crônica ao arsênio é uma condição que pode aumentar o risco do desenvolvimento de câncer de bexiga, pulmão, pele, rins, fígado e próstata.

⁶ <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2021/05/Mercu%CC%81rio.pdf>

⁷ <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/bBvxLZNDWxkNp8vLcp65H9m/?format=pdf&lang=pt>.

Exposição ocupacional

Cerca de 80% dos casos de câncer estão relacionados à exposição aos agentes cancerígenos presentes no ambiente, em particular o do trabalho, onde ocorrem as maiores concentrações desses agentes, quando comparado a outros ambientes.

Alguns trabalhadores podem estar mais expostos aos metais quando comparados com a população geral, por exemplo, pessoas que trabalham pulverizando madeira, os agricultores que utilizam agrotóxicos, produtores de animais, garimpeiros, pintores e dentistas que usavam amálgama nas obturações dentárias.

Além da exposição ocupacional, indivíduos residentes em áreas próximas às indústrias ou áreas contaminadas também apresentam níveis mais elevados de contaminação por metais. Outras importantes fontes de contaminação a serem consideradas são o descarte de esgoto, o uso de fertilizantes e agrotóxicos, que podem contaminar o solo e os ambientes aquáticos e, conseqüentemente, os alimentos e a água de consumo.



Tipos de câncer

Metais como o arsênio, o cádmio, o cromo VI, o berílio e o níquel são considerados carcinogênicos para humanos em razão da exposição pela via inalatória. A exposição ocupacional à tinta (pintor) e à fundição de ferro e aço estão entre as atividades associadas ao câncer relacionado ao trabalho.

O chumbo é classificado como provável carcinógeno humano pela IARC, pois é comprovadamente carcinogênico para animais.

Os principais tipos de câncer relacionados à exposição ocupacional aos metais podem ser observados no quadro a seguir:

Metais	Tipo de câncer	Atividade ocupacional
Arsênio	Câncer de bexiga, pele, rins, fígado, pulmão e próstata.	Metalurgia, indústria eletroeletrônica, conservação de madeira, fabricação e emprego de tintas, inseticidas e raticidas à base de arsenicais.
Cádmio	Câncer de pulmão, bexiga, pâncreas, mama, endométrio e próstata.	Fundição de ligas, soldagem, galvanização, produção de baterias, produção e formulação de pigmentos, fundição de zinco.
Cromo	Câncer de pulmão.	Galvanoplastia (revestimento de objetos), produção, uso e soldagem de materiais e ligas metálicas, pintura com pigmentos de compostos de cromo, trabalhos na construção civil, impressão e técnica fotográfica.
Níquel	Câncer de pulmão e seios nasais.	Refinarias, indústria da produção de níquel (mineração, moagem, fundição e refinaria), indústrias que utilizam níquel.
Berílio	Câncer de pulmão.	Indústria aeroespacial, automotiva, biomédica, da extração e processamento de berílio, de eletrônicos, equipamentos e objetos com berílio.

Fonte: INCA, 2021. (Adaptado)

Prevenção do câncer relacionado ao trabalho

A maioria das exposições ocupacionais aos agentes cancerígenos pode ser reduzida ou eliminada com a finalidade de prevenir e controlar o câncer. Evitar a exposição aos metais no trabalho é a forma mais eficaz de prevenção, pois não existem limites de frequência ou de intensidade seguros para a exposição às substâncias cancerígenas.

Todos os trabalhadores expostos a metais devem ser acompanhados pelo setor de Saúde Ocupacional ou Medicina do Trabalho das instituições para fins de acompanhamento e monitoramento de sua saúde. Os empregadores devem manter os exames de saúde ocupacional dos trabalhadores expostos aos metais regularmente em dia, em especial os exames laboratoriais, para dosar a concentração de metais no sangue e na urina, o que pode indicar se o trabalhador está muito exposto em seu local de trabalho. Nos casos em que os exames laboratoriais indicarem alta exposição a metais em trabalhadores, os empregadores devem afastá-los dessa atividade a fim de se reduzir a exposição e realocá-los em outra função.



Outra medida a ser realizada é diminuir a jornada de trabalho daqueles que apresentarem alterações nos exames laboratoriais a fim de reduzir o tempo de contato com esses agentes cancerígenos. Inspeções locais periódicas, realizadas pelo setor de Segurança e Saúde do Trabalhador da empresa, são fundamentais para identificação dos perigos e riscos à saúde dos trabalhadores. O local de trabalho deve ser avaliado para identificar as condições que levaram à exposição ocupacional e as medidas corretivas devem ser tomadas para eliminar esta situação. A dosagem de metais presentes no ar do ambiente de trabalho é uma medida que pode contribuir para avaliar o risco de exposição aos metais.

A incorporação de novas tecnologias, conhecidas como tecnologias limpas, pode contribuir para a redução da exposição da população aos metais pesados. Pesquisadores⁸ descobriram que é possível substituir o níquel e o cobalto por matérias primas menos poluentes durante a fabricação de baterias para automóveis. Da mesma forma, existem pesquisas para novos produtos capazes de realizar o tratamento de resíduos à base de metais pesados, como é o caso dos aerogéis de grafeno⁹, que funcionam como catalisadores, removendo os contaminantes metálicos da água. No entanto, estudos mais amplos devem ser realizados para assegurar que esse tipo de produto seja seguro do ponto de vista da saúde pública.

A informação aos trabalhadores sobre os riscos à saúde decorrentes da exposição ocupacional aos metais é uma ação importante para a prevenção de doenças, como intoxicações por metais e vários tipos de câncer. As empresas devem instalar todos os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) necessários para controlar o risco de exposição aos metais, além de disponibilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) oferecendo também, locais adequados para a sua correta lavagem e esterilização. Essas medidas em conjunto contribuem para diminuir as exposições ocupacionais.

8 LIMA, 2019.

9 IPEA, 2021.

Caso o trabalhador tenha diagnóstico confirmado para algum tipo de câncer, é essencial que os profissionais de saúde que atuam na rede de atenção ao paciente oncológico realizem o levantamento do histórico ocupacional, de forma a avaliar uma possível associação do câncer com a ocupação, seja ela atual ou passada. Sendo possível estabelecer a associação entre a profissão ou atividade exercida pelo paciente com o câncer relacionado ao trabalho, a notificação deverá ser realizada no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan).

Ampliar a visibilidade dos casos de câncer relacionados ao trabalho em todos os níveis de atenção do Sistema Único de Saúde (SUS) contribuirá para a adoção de políticas públicas capazes de proteger o ambiente (ex.: licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental). Também auxiliará no fortalecimento das ações de inspeção e vigilância da saúde dos trabalhadores a fim de identificar os riscos de exposição aos metais pesados. Esse conjunto de políticas e ações é essencial para diminuir, reduzir ou eliminar essas exposições, o que protegerá não somente o trabalhador, mas também a população em geral e o ambiente.

Referências bibliográficas

BASTA, P. C.; HACON, S. S. **Avaliação da exposição ambiental ao mercúrio proveniente de atividade garimpeira de ouro na Terra Indígena Yanomami, Roraima, Amazônia, Brasil.** FIOCRUZ, 2016. Disponível em: <<https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/avaliacao-da-exposicao-ambiental-ao-mercúrio-proveniente-de-atividade-garimpeira>>. Acesso em: 07 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Atlas do Câncer Relacionado ao Trabalho.** Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

COSTA, S. **Gangrena: o que é, causas e sintomas.** Minhavida Saúde, 2023. Disponível em: <https://www.minhavida.com.br/saude/temas/gangrena>. Acesso em: 02 ago 2023.

EQUIPE CONTA AZUL. **O que é logística reversa: do conceito à prática de uma pequena empresa.** Conta Azul Blog, 2023. Disponível em: <https://blog.contaazul.com/o-que-e-logistica-reversa/>. Acesso em: 02 ago 2023.

HESS, S.C.(org). **Ensaio sobre a poluição e doenças no Brasil.** Cap.12 – Riscos à saúde humana decorrentes da contaminação ambiental por arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio, pp. 263-280. Editora Outras expressões, 1ªed., 2018.

INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. **Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios.** Rio de Janeiro: INCA, 2021.

IARC. International Agency for Research on Cancer. **Chemical agents and related occupations: a review of human carcinogens.** Lyon, France: IARC, 2012.

IPEA. Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Aerogéis de grafeno podem remover metais pesados, solventes e corantes da**

água. Ipea.gov.br, 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/noticias/noticias/252-aerogeis-de-grafenopodem-remover-metais-pesados-solventes-e-corantes-da-agua%2016>. Acesso em: 02 ago 2023.

LIMA, R. **IBM descobre tecnologia para fabricar baterias sem metais pesados.** Tecmundo, 2019. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/produto/148786-ibm-descobre-tecnologia-fabricar-baterias-metais-pesados.htm>. Acesso em: 02 ago 2023.

MONTONE, R. C. **Bioacumulação e Biomagnificação.** Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.io.usp.br/index.php/component/content/article/31-portugues/publicacoes/series-divulgacao/poluicao/811-bioacumulacao-e-biomagnificacao.html?Itemid=107>. Acesso em: 02 ago 2023.

MOTA, P.J.; ALONZO H.G.A.; ANDRÉ, L.C.; CÂMARA, V.M.; CAMPOLINA, D., SANTOS, A.S.E.; FRÓES-ASMUS, C.E.R.; PEIXOTO, S. V. Prevalence of metal levels above the reference values in a municipality affected by the collapse of a mining tailings dam: Brumadinho Health Project. **Rev Bras Epidemiol.**, v. 25, art. e220014, supl. 2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720220014.supl.2>. Acesso em: 02 ago 2023.

O que é um Ecossistema e um Bioma. Dicionário Ambiental. ((o)) eco, Rio de Janeiro, jul. 2014. Disponível em: <https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/28516-o-quee-um-ecossistema-e-um-bioma/>. Acesso em 02 ago 2023.

SILVA, I. **Tabagismo** – O mal da destruição em massa. Fiocruz. Disponível em: <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/tabagismo.htm>. Acesso em: 02 ago 2023.



DISQUE
SAÚDE **136**

Mais informações: gov.br/inca



MINISTÉRIO DA
SAÚDE

