



ISSN: 2595-1661

ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](#)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>

ISSN: 2595-1661

Revista JRG de
Estudos Acadêmicos

Resíduos sólidos e saúde pública: perigos dos metais pesados e a necessidade de uma gestão sustentável nas escolas

Solid waste and public health: the dangers of heavy metals and the need for sustainable management in schools

DOI: 10.55892/jrg.v9i20.3391

ARK: 57118/JRG.v9i20.3391

Recebido: 18/05/2026 | Aceito: 21/05/2026 | Publicado on-line: 23/05/2026

Mariana Pereira Madeiro Lima¹

<https://orcid.org/0009-0007-8070-0291>

<http://lattes.cnpq.br/0717024081613754>

Centro Universitário CESMAC, AL, Brasil

E-mail: marianapm822@gmail.com

Plínio Rodrigo Mendonça de Lima²

<https://orcid.org/0009-0007-3109-3317>

<http://lattes.cnpq.br/8160602961615117>

Centro Universitário CESMAC, AL, Brasil

E-mail: pliniorodrigo012@gmail.com

Mayara Andrade Souza³

<http://orcid.org/0000-0001-6863-5326>

<http://lattes.cnpq.br/7011574518141449>

Centro Universitário CESMAC, AL, Brasil

E-mail: masouza@cesmac.edu.br



Resumo

Este trabalho analisa como a gestão de resíduos sólidos na escola está ligada aos riscos à saúde pública relacionados à exposição a metais pesados. Ótimos exemplos são o chumbo, cádmio, mercúrio e cromo, que se acumulam principalmente na poeira das salas de aula. Foram constatadas também lacunas institucionais, infraestrutura inadequada, falta de educação ambiental e a inexistência de políticas eficazes. A revisão destaca que é essencial adotar estratégias sustentáveis, como a educação ambiental, a logística reversa e a separação de resíduos, para minimizar riscos como a exposição que está ligada a danos neurológicos, disfunções na microbiota intestinal e perigos genotóxicos. Fomentar a criação de ambientes escolares mais seguros e saudáveis.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Metais Pesados. Saúde Pública. Ambiente Escolar. Gestão Sustentável.

¹ Graduanda em Biomedicina pelo Centro Universitário CESMAC.

² Graduando em Biomedicina pelo Centro Universitário CESMAC.

³ Graduada em Engenharia Agrônoma; Mestra em Agronomia; Doutora em Agronomia.



Abstract

This work analyzes how solid waste management in schools is linked to public health risks related to exposure to heavy metals. Great examples are lead, cadmium, mercury, and chromium, which accumulate mainly in classroom dust. Institutional gaps, inadequate infrastructure, lack of environmental education, and the absence of effective policies were also found. The review highlights that it is essential to adopt sustainable strategies, such as environmental education, reverse logistics, and waste separation, to minimize risks such as exposure that is linked to neurological damage, intestinal microbiota dysfunction, and genotoxic hazards. Promoting the creation of safer and healthier school environments.

Keywords: *Solid Waste. Heavy Metals. Public Health. School Environment. Sustainable Management.*

1. Introdução

O ambiente escolar, servindo como espaço de desenvolvimento e formação, deveria ser em sua essência seguro e saudável. Porém, em diversas instituições públicas, a ineficiência na gestão de seus próprios Resíduos Sólidos (RS) resulta, em um foco de risco ambiental e sanitário, os estudos de Njau, Onyango e Iteji (2024) afirmam que:

[...]os efeitos do gerenciamento de resíduos no meio ambiente, relataram que o gerenciamento inadequado de resíduos pode contribuir para problemas de saúde. Resíduos que não são gerenciados adequadamente atraem roedores que podem abrigar parasitas causadores de doenças, como febre amarela, peste e infecções gastrointestinais, e a queima de resíduos pode expor as pessoas a doenças como o câncer. Os resíduos tóxicos contaminam as águas subterrâneas, o solo e o ar, podendo também causar doenças transmitidas pela água e pelo ar.

Com o aumento desenfreado da população global, as políticas de saúde pública associadas a gestão de resíduos sólidos são reconhecidas como problemática principal na medida em que constituem uma fonte importante de poluição, desgastes de recursos naturais e riscos à saúde humana (Pereda *et al*, 2020).

A questão é que com o aumento populacional e dos projetos de modernidade das sociedades contemporâneas, a problemática da gestão dos resíduos sólidos estendeu-se até as instituições, sobretudo, das instituições de ensino e educação (Hilapo, 2025; Parra *et al*, 2024 e; Didier e Dr. James, 2025).

Os estudos de Hilapo (2025), afirmam que entre os contaminantes mais preocupantes presentes nos resíduos descartados no ambiente escolar, estão os Metais Pesados (MP), como Cádmiio (Cd), Chumbo (Pb) e Manganês (Mn). Estes elementos, por serem não-biodegradáveis e apresentarem alto potencial de bioacumulação, migram para o solo, água e, criticamente, para a poeira interna das salas de aula.

Reforça-se que, os contaminantes atmosféricos que são aqueles que estão presentes na atmosfera, água e solo em pequenas partículas, trata-se de uma questão muito frequente para as populações infantis em ambiente escolar (Parra *et al*, 2024).

Tais problematizações, apontadas pela literatura proporcionaram em nossos estudos a inferir a seguinte pergunta de partida: Em que medida a má gestão de resíduos sólidos, com potencial para contaminação por metais pesados, implica para a saúde pública a necessidade de uma gestão sustentável nas escolas públicas?



2. Metodologia

Essa pesquisa será conduzida sob uma abordagem qualitativa, com um delineamento exploratório-descritivo. A escolha da metodologia visa aprofundar a compreensão da complexidade do tema, avaliando as relações intrínsecas entre o aspecto administrativo (gestão de RS), o risco ambiental (metais pesados) e as consequências na saúde da comunidade escolar. Nessa medida, a modalidade adotada será a Pesquisa Bibliográfica e Documental, baseada na análise crítica e sistemática do conhecimento científico já estabelecido.

A busca por artigos foi realizada nas seguintes bases de dados eletrônicas, reconhecidas pela sua relevância na área das Ciências da Saúde e Biológicas: PubMed/MEDLINE (National Library of Medicine); SciELO (Scientific Electronic Library Online) e; BVS (Biblioteca Virtual em Saúde). No que concerne a análise qualitativa o tratamento do material foi realizado por meio da Análise de Conteúdo, seguindo a técnica de análise temática de Bardin (2016).

Com o intuito de manter a qualidade e a consistência da pesquisa, alguns critérios de exclusão foram estabelecidos. Foram, portanto, excluídos estudos que tratavam apenas da gestão de resíduos sem uma ligação específica ao ambiente escolar, assim como artigos e relatos que não se apoiavam em fundamentação teórica ou dados relevantes para a discussão em pauta. Além disso, foram excluídos trabalhos em idiomas estrangeiros que não podiam ser acessados, traduzidos ou cujas informações não podiam ser extraídas adequadamente em função das limitações do arquivo ou do conteúdo disponível.

Um dos critérios de pesquisa, o que se discutirá mais adiante em nosso discurso foi a adoção de teóricos as quais contemplassem o período de cinco anos (2020 – 2026) afim de analisar produções acadêmicas contemporâneas, nesse sentido, a exceção foi utilizar Bardin (2016). Isso porque para uma análise qualitativa com viés exploratório-descritivo, suas técnicas de categorização e inferência são fundamentais para organizar o material bruto em unidades de significado, permitindo uma descrição detalhada e fidedigna das produções acadêmicas analisadas.

3. Resultados e Discussão

Feita uma primeira leitura do material, organizou-se os estudos por meio de uma leitura detalhada do corpus da pesquisa. Elaborou-se, então, um quadro síntese (Quadro 1.0), com categoria temática, unidades de registros identificadas, autores, principais conceitos e achados relevantes. Essa ferramenta permitiu que as informações fossem organizadas de maneira sistemática e ajudou a estabelecer as unidades de registro (os conceitos-chave) e as unidades de contexto (os trechos significativos para a pesquisa). Portanto, a organização do material ajudou a elencar as categorias temáticas mais relevantes em função dos objetivos da pesquisa.

Quadro 1.0: Exploração do Material (Categorização)

Categoria Temática	Unidades de Registro Identificadas	Autores e Estudos Enquadrados	Eixo Refletido
Categoria 1: Contaminação ambiental no ambiente escolar	Metais pesados (Pb, Cd, Hg, Mn, Cr, Ni); PM2.5; poeira escolar contaminada; solo de hortas escolares; Bioacumulação.	Parra <i>et al.</i> (2024); Hilapo (2025); Kang <i>et al.</i> (2022); Mafra <i>et al.</i> (2020) e; Heng <i>et al.</i> (2022).	Contaminação ambiental e risco toxicológico no espaço escolar.
Categoria 2: Impactos à Saúde e ao	Neurodesenvolvimento; Risco carcinogênico; Déficits cognitivos;	Heng <i>et al.</i> (2022); Parra <i>et al.</i> (2024); Kang <i>et al.</i> (2022).	Consequências biológicas e cognitivas



Desenvolvimento Infantil	Problemas respiratórios; Risco não carcinogênico.		da exposição ambiental.
Categoria 3: Gestão de Resíduos Sólidos no Contexto Escolar	Queima a céu aberto; Descarte inadequado; Poluição local; Infraestrutura insuficiente; Saneamento escolar.	Didier e Kamuhanda (2025); Njau <i>et al.</i> (2024) e; Molina e Catan (2021).	Práticas institucionais e manejo ambiental nas escolas.
Categoria 4: Educação Ambiental e Consciência Sustentável	Consciência ambiental; Segregação de resíduos; Formação cidadã; Educação ambiental; Política pública	Molina e Catan (2021); Didier e Kamuhanda (2025); Njau <i>et al.</i> (2024).	Dimensão pedagógica e formativa da sustentabilidade escolar.

Fonte: Autores (2026)

Vários estudos recentes indicam que a má gestão dos resíduos sólidos no ambiente escolar está relacionada à exposição de crianças e adolescentes a poluentes ambientais, principalmente metais pesados. Kang et al. (2022) descobriram que, em escolas próximas a áreas de mineração no Chile, as partículas PM2.5 estavam carregadas de cobre, zinco, níquel e cromo. De forma similar, Parra et al. (2024) identificaram metais pesados na poeira escolar de instituições situadas em áreas afetadas pela poluição industrial e do tráfego, ligando esses poluentes a potenciais consequências para a saúde das crianças e seu desempenho escolar. Essas pesquisas demonstram que a escola pode ser um local permanente de exposição a agentes ambientais, especialmente em áreas urbanas e industriais, aumentando os riscos toxicológicos que impactam o desenvolvimento físico, cognitivo e social das crianças que são mais vulneráveis.

Dentre as várias políticas de saúde pública, a gestão de resíduos sólidos é crucial, pois o manejo inadequado pode prejudicar tanto a saúde coletiva quanto a qualidade do meio ambiente (Brasil, 2010). A intensidade dessa questão é maior em países de média e baixa renda, onde a maior parte das doenças se relaciona à exposição ambiental (Heng et al., 2022). Nesse sentido, pesquisas indicam que instituições de ensino situadas nas proximidades de áreas industriais e de mineração apresentam altos níveis de metais pesados e material particulado. Enquanto Kang et al. (2022) localizaram níveis alarmantes de metais pesados em escolas do Chile, Parra et al. (2024) estabeleceram uma conexão entre esses contaminantes e o desempenho escolar das crianças. Maфра et al. (2020) também localizaram no Brasil metais além dos limites permitidos em hortas escolares.

Segundo os dados, metais pesados como chumbo e mercúrio podem ser encontrados em materiais comuns no ambiente escolar, como em canos antigos, em materiais de laboratório e em resíduos eletrônicos. De acordo com Costa e Nunes (2019), tais poluentes são altamente tóxicos e têm o potencial de causar sérios danos ao sistema neurológico e a outros órgãos vitais. Assim, é imprescindível que a gestão dos resíduos sólidos nas instituições de ensino se concentre na segurança ambiental e sanitária. Em terras brasileiras, a exposição a esses elementos é controlada por meio de parâmetros que foram estabelecidos pelo CONAMA, em especial pela Resolução nº 396/2008, que determina os limites permitidos para substâncias nas águas subterrâneas. No quadro 2.0, esses valores são apresentados, evidenciando serem essenciais para rastrear contaminações potenciais e proteger a saúde das pessoas e o meio ambiente de possíveis perigos.



Quadro 2.0. Valores máximos recomendados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - (2009)

Metal	Valor máximo ----- ppm -----
Arsênio (As)	0,01
Bário (Ba)	0,7
Cádmio (Cd)	0,005
Chumbo (Pb)	0,01
Cobalto (Co)	0,07
Cromo (Cr)	0,05
Ferro (Fe)	2,4
Manganês (Mn)	0,4
Mercurio (Hg)	0,001
Molibdênio (Mo)	0,07
Níquel (Ni)	0,02
Prata (Ag)	0,05
Selênio (Se)	0,01

Fonte: Costa e Nunes, 2019 e CONAMA (2009).

Conforme evidenciam Cruz et al. (2021), a exposição persistente a metais pesados está ligada a consequências graves, incluindo genotoxicidade, mutagenicidade e um risco elevado de câncer. Estes poluentes podem ser encontrados na poeira, em resíduos eletrônicos e em materiais empregados no ambiente escolar, tornando as escolas áreas de risco químico (Moghtaderi et al., 2020). Também, a má gestão dos resíduos permite que se criem vetores de doenças e a queima imprópria desses resíduos libera substâncias tóxicas e cancerígenas. Metais como o chumbo, cádmio e manganês são particularmente perigosos devido à sua alta toxicidade, não se decompondo no ambiente e acumulando-se nos organismos, além de se espalharem facilmente pelo solo, água e poeira nas salas de aula.

Pesquisas recentes indicam que os metais pesados podem impactar a microbiota intestinal, que desempenha papéis imunológicos e metabólicos cruciais, assim como afetam órgãos e sistemas do corpo humano (Zou et al., 2025). De acordo com os autores, os metais encontrados na poeira e em superfícies escolares interagem, em um primeiro momento, com microrganismos do ambiente e, em seguida, esses microrganismos podem ser transferidos para as crianças pela inalação ou pela ingestão. Esse processo modifica o equilíbrio da microbiota intestinal, resultando em disbiose e comprometendo a absorção de nutrientes, a resposta do sistema imunológico e a manutenção da integridade intestinal. Além disso, alguns microrganismos têm a capacidade de adsorver metais pesados em suas estruturas celulares, o que permite sua entrada no organismo e intensifica os efeitos tóxicos associados à exposição prolongada em ambientes escolares contaminados.

Segundo a literatura, a exposição crônica a metais pesados também está ligada à genotoxicidade, mutagenicidade e ao aumento do risco de câncer (Cruz et al., 2021). Esses efeitos ocorrem principalmente por causa da produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), que podem danificar o DNA e comprometer mecanismos de reparo celular, como o gene p53. Quando esse processo se torna constante, o risco de proliferação celular descontrolada e de câncer aumenta. Ademais, metais como o chumbo e o manganês são altamente neurotóxicos, especialmente para crianças, prejudicando o Sistema Nervoso Central (SNC). A exposição contínua a esses poluentes pode levar a déficits cognitivos, mudanças de comportamento e diminuição do desenvolvimento intelectual, o que destaca a importância de implementar medidas preventivas nas escolas, o quadro 3.0 evidencia cada MP e suas interações malignas bioacumulativas.

**Quadro 3.0:** Características e riscos de altos teores de metais pesados

Metal	Fontes	Riscos
Arsênio	É encontrado em quantidades variáveis na água, no solo e nos vegetais.	Intoxicação gastrointestinal, alterações cutâneas, problemas respiratórios e distúrbios neurológicos
Bário	Pode ocorrer naturalmente na água, na forma de carbonatos. Decorre principalmente das atividades industriais. Os sais de bário são utilizados industrialmente na elaboração de fogos de artifício, fabricação de vidro, inseticidas etc.	Pode provocar efeitos no coração, e efeitos sobre o sistema nervoso.
Cádmio	Encontrado nas águas naturais devido às descargas de efluentes industriais e é usado na composição de inseticidas.	Pode causar doenças crônicas, pois se concentra nos rins, no fígado, no pâncreas e na tireoide. Estudos realizados com animais demonstram a possibilidade de causar anemia, retardamento de crescimento e morte. Outros riscos incluem irritação gastrointestinal e intoxicação aguda ou crônica.
Chumbo	A elevação do teor de chumbo nas águas pode estar associada à presença de tubulações antigas, poluição, queima de combustíveis fósseis e resíduos de produtos de comunicação, de baterias, de tintas e de soldas.	É altamente tóxico e carcinogênico. Pode causar problemas neurológicos, renais e levar o indivíduo a óbito.
Cobalto	É um metal relativamente escasso na natureza, mas quando encontrado é oriundo da queima de combustíveis fósseis, de fabricações de pigmentos e está na composição de ligas metálicas e de fertilizantes fosfatados	Doenças pulmonares e inflamações na pele (dermatites de contato).
Cromo	É largamente empregado nas indústrias, especialmente no revestimento metálico de objetos. Além disso, pode ocorrer como contaminante em efluentes de curtumes (processamento de couro).	Causa dermatite, efeito corrosivo no aparelho digestivo, nefrite e pode levar o indivíduo a óbito.
Ferro	O ferro ocorre naturalmente nos solos e no setor industrial. Apesar de não se constituir em um metal tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água.	O excesso de ferro é refletido em um fenômeno conhecido popularmente como “capa rosa”, em que a água e os sistemas de distribuição de água (chafariz, caixas d’água e tubulações) podem apresentar coloração avermelhada e turbidez. Há riscos de obstrução aos sistemas de irrigação localizada, o que afeta a eficiência no sistema de distribuição de água. Além disso, elevados teores de ferro podem



		atuar como substrato para o crescimento de bactérias nas tubulações, produzindo cheiro e sabor desagradável da água.
Manganês	Sua ocorrência é atribuída aos resíduos de insumos usados na agricultura e pela presença no material de origem dos solos. Normalmente, encontra-se solúvel na água e quando oxidado forma produtos sólidos de cor marrom.	Doenças no sistema nervoso central.
Mercurio	Destina-se à produção de lâmpadas, instrumentais para uso médico, cirúrgico, odontológico e em laboratórios, para fins domésticos e religiosos.	Apresenta efeito cumulativo e pode provocar efeitos adversos no desenvolvimento neurológico, no sistema cardiovascular, imunológico e reprodutivo do ser humano. Os efeitos sobre os ecossistemas aquáticos são igualmente sérios.

Fonte: Costa e Nunes, (2019).

Nesse sentido, a gestão sustentável dos resíduos sólidos é uma estratégia importante para prevenir a contaminação por metais pesados nas escolas. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) determina que as instituições responsáveis pela geração de resíduos adotem medidas apropriadas para segregá-los, armazená-los e destiná-los de forma final. Portanto, a separação adequada de pilhas, baterias, eletrônicos e materiais de laboratório evita que esses contaminantes sejam liberados no ambiente escolar. Nesse sentido, a Educação Ambiental é crucial para que a comunidade escolar se torne mais consciente dos riscos toxicológicos dos metais pesados e da relevância de um descarte adequado. Portanto, a gestão sustentável não é apenas uma ação ambiental, mas também uma ação de saúde pública e segurança escolar.

4. Conclusão

Este estudo de revisão bibliográfica conseguiu atingir seu objetivo ao estabelecer uma conexão entre a má gestão de resíduos sólidos em escolas públicas e os perigos à saúde pública resultantes da exposição a metais pesados. A literatura revisada indicou que a falta de uma segregação adequada dos resíduos contribui para a liberação de contaminantes como chumbo, cádmio e manganês no ambiente escolar. Estes metais encontram-se, sobretudo, na poeira acumulada nas salas de aula, o que significa que tanto as crianças quanto os educadores estão constantemente expostos a eles. Além disso, pesquisas indicaram que há efeitos tóxicos no sistema nervoso, na microbiota intestinal e no material genético, enfatizando que a poluição por metais pesados é uma questão ambiental e de saúde significativa em ambientes educacionais.

Portanto, é imprescindível que as escolas implementem uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos (GSRs), em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Dentre as ações sugeridas, destacam-se a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), a implementação da coleta seletiva e o correto descarte de resíduos perigosos, como pilhas, baterias e eletrônicos. O emprego de processos de logística reversa também se mostra uma estratégia relevante para prevenir a contaminação ambiental no ambiente escolar. Essas medidas ajudam a minimizar os riscos tóxicos e a reforçar a segurança da saúde na comunidade escolar.



A Educação Ambiental também se destaca como ferramenta essencial para a efetividade da gestão sustentável nas instituições de ensino. Programas educativos voltados à conscientização sobre os riscos dos metais pesados podem estimular práticas corretas de descarte e ampliar a participação da comunidade escolar na preservação ambiental. Além disso, a formação contínua de professores, funcionários e estudantes favorece a construção de hábitos sustentáveis e o monitoramento das práticas de segregação dos resíduos. Dessa forma, o presente estudo contribui para a área da Biomedicina e da Saúde Pública ao evidenciar o ambiente escolar como um espaço vulnerável à contaminação química e ao propor estratégias preventivas voltadas à proteção da saúde coletiva e ambiental.

Referências

- ASSIS, Emily Cristy de Souza; SANTOS, Jessyca Nepomuceno dos. Estudo da composição gravimétrica dos resíduos sólidos de uma escola pública do município de Santarém-PA. *Revista Monografias Ambientais*, Santa Maria, v. 19, e19, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/45256>. Acesso em: 05 de out. de 2025.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- CAPITÃO, Carolina *et al.* **Exposure to heavy metals and red blood cell parameters in children: A systematic review of observational studies**. *Frontiers in Pediatrics*, Lausanne, v. 10, art. 921239, 2022. Disponível em <https://doi.org/10.3389/fped.2022.921239>. Acesso em: 04 de out. de 2025.
- COSTA, Raimundo N. T; NUNES, Kenya G. **Riscos de Metais Pesados no Ambiente**. Cartilha digital/GPEAS: Grupo de Engenharia de água e solo – Semiárido. Centro de Ciências Agrárias/Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Ceará – Fortaleza/CE, 2019.
- CRUZ, Jessica Valéria Bastos *et al.* **Influence of heavy metals on cancer accommodation: A literature review**. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 6, p. e45810615992, 2021. Disponível em: doi: 10.33448/rsd-v10i6.15992. Acesso em: 01 de out. de 2025.
- Hilapo, D.C.G. (2025). Heavy Metal Identification from the Soil Samples of Urban
- MOGHTADERI, Mozghan *et al.* **The safety of schools based on heavy metal concentrations in classrooms' dust: A systematic review and meta-analysis**. *Iran Journal of Public Health*, [S. l.], v. 49, n. 12, p. 2287–2294, 2020. Disponível em: doi: 10.18502/ijph.v49i12.4809. Acesso em: 02 de out. de 2025.
- SANTOS, Gesmar R. dos; MENDES, Alesi T. **Resíduos sólidos, reciclagem e economia circular: desafios às políticas públicas**. Gesmar Rosa dos Santos, Alesi Teixeira Mendes. – Rio de Janeiro: Ipea, 2025. Disponível em: doi: [https:// dx.doi.org/10.38116/td3112-port](https://dx.doi.org/10.38116/td3112-port). Acesso em: 01 de out. de 2025.
- Schools. **European Journal of Ecology, Biology and Agriculture**, 2(6), 50 - 53. DOI: 10.59324/ejeba.2025.2(6). 05



UNSAI, Murat Huseyin *et al.* **Assessment of Heavy Metal Contamination in Dust in Vilnius Schools:** Source Identification, Pollution Levels, and Potential Health Risks for Children. *Toxics*, Basel, v. 12, n. 3, art. 224, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/toxics12030224>. Acesso em: 02 de out. de 2025.

WUANA, Raphael A.; OKIEIMEN, Felix E. **Heavy metals in contaminated soils:** a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. *ISRN Ecology*, [S. l.], 2011. **In.:** MOGHTADERI, Mozghan *et al.* **The safety of schools based on heavy metal concentrations in classrooms' dust:** A systematic review and meta-analysis. *Iran Journal of Public Health*, [S. l.], v. 49, n. 12, p. 2287–2294, 2020. Disponível em: doi: 10.18502/ijph.v49i12.4809. Acesso em: 02 de out. de 2025. 32

ZOU, Yuchen *et al.* **The impact of school heavy metal exposure on children's gut microbiota:** The mediating role of environmental microorganisms. *iMeta*, [S. l.], v. 4, n. 3, e70021, 2025. Disponível em: doi: 10.1002/imt2.70021. Acesso em: 02 de out. de 2025.

FONTES GOVERNAMENTAIS E LEGAIS

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 01 de out. de 2025.

PEREIRA, João C. **Os Microrganismos e os Metais Pesados do Solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, ago. 2001. 14p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 132)