



**SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE
DE MINAS GERAIS**

1ª VERSÃO

**PROTOCOLO DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE
AOS CASOS DE EXPOSIÇÃO A
SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS DECORRENTES
DA ATIVIDADE MINERÁRIA NO ÂMBITO
DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE DE MINAS
GERAIS**

MINAS GERAIS, 2026



PROTOCOLO DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE AOS CASOS DE EXPOSIÇÃO A SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS DECORRENTES DA ATIVIDADE MINERÁRIA NO ÂMBITO DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS

APRESENTAÇÃO

A SES-MG publicou a Resolução SES nº 9113, de 07 novembro de 2023, que divulga a Nota Técnica nº 5/SES/SUBPAS/2023, na qual são estabelecidas as estratégias e diretrizes para organização e qualificação da assistência aos casos de exposição a substâncias químicas ligadas à atividade minerária e suas implicações, no âmbito do SUS/MG, direcionada a gestores, profissionais de saúde, usuários, representantes da sociedade civil e do controle social envolvidos nesses casos. Como continuidade deste trabalho, apresenta-se o “Protocolo de Assistência à Saúde aos Casos de Exposição a Substâncias Químicas Decorrentes da Atividade Minerária no Âmbito do SUS/MG”.

Esse protocolo vem sendo desenvolvido pelos servidores da SES/MG e tem sido objeto de extensas consultas e colaborações, demonstrando o interesse e relevância do seu conteúdo. Reconhecemos a importância de superar limitações envolvendo a temática e aprimorar continuamente este documento a partir de literatura atualizada e robusta. Trata-se, portanto, de uma proposta preliminar, cujos levantamentos apresentados ainda precisam ser complementados por discussões com o Ministério da Saúde, a CONITEC e outros atores envolvidos. Associadas a isso, avaliações complementares de custo e efetividade também são necessárias.

É importante frisar ainda que a análise das informações e tratamentos dispostos neste documento deve ser feita concomitantemente à análise do contexto e da história clínica do(a) usuário(a) do território adscrito. Trata-se de abordagem multifatorial e intersetorial. Nesse sentido, os apontamentos devem ser avaliados levando em consideração todas as dimensões do processo de saúde-doença das populações em um território.

Os procedimentos, exames e terapias devem ser realizados considerando as necessidades individuais de cada paciente, respeitando seu contexto biopsicossocial e garantindo a assistência integral dentro da RAS do SUS. É fundamental que o cuidado seja humanizado, centrado no(a) paciente, e adaptado às condições específicas de cada caso, assegurando o

acesso aos recursos médicos, terapêuticos e sociais disponíveis. Essa abordagem multidisciplinar visa proporcionar um atendimento eficaz que contemple tanto a condição clínica quanto as particularidades do(a) usuário(a) em seu território.

Ressaltamos ser de extrema importância a implementação efetiva das políticas públicas de saúde, especialmente aquelas voltadas para a promoção da equidade, a ampliação do acesso aos serviços da Rede de Atenção à Saúde, a vigilância em saúde ambiental e ocupacional, e o fortalecimento da atenção básica. Essas políticas são fundamentais para reduzir as desigualdades sociais e favorecer o desenvolvimento de condições mais propícias para a saúde, mobilidade, o trabalho e o lazer.

Além disso, destacamos a relevância da conscientização individual e da participação ativa da comunidade no processo de promoção da saúde e da melhoria da qualidade de vida. É essencial considerar que o processo saúde-doença é determinado e condicionado por múltiplos fatores sociais, econômicos, culturais e ambientais presentes no território, tais como o acesso à educação, à moradia adequada, ao saneamento básico, à alimentação saudável, ao emprego digno, e às condições ambientais locais. Esses determinantes sociais em saúde influenciam diretamente os padrões de saúde da população e devem ser considerados nas estratégias de intervenção e prevenção.

Comprometemo-nos a buscar constantemente atualizações, promover discussões e incorporar as melhores práticas e evidências disponíveis, com o objetivo de aprimorar e aperfeiçoar este documento de forma contínua.

SIGLAS

- **ACE** – Agente de Combate às Endemias
- **ACS** – Agente Comunitário de Saúde
- **APS** – Atenção Primária à Saúde
- **ATSDR** – Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Agência para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças)
- **AVDs** – Atividades de Vida Diária
- **BAL** – British Anti-Lewisite (Dimercaprol)
- **CAPS** – Centro de Atenção Psicossocial
- **CER** – Centro Especializado em Reabilitação
- **CFP** - Conselho Federal de Psicologia
- **CEREST** – Centro de Referência em Saúde do Trabalhador
- **CIATox** – Centro de Informação e Assistência Toxicológica
- **CIVD** – Coagulação Intravascular Disseminada
- **COFEN** - Conselho Federal de Enfermagem
- **COFFITO** - Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional
- **CONITEC** – Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no Sistema Único de Saúde
- **DMPS** – Ácido dimercaptopropanossulfônico
- **DMSA** – Ácido dimercaptossuccínico (Succímer)
- **DSEI** – Distrito Sanitário Especial Indígena
- **EAN** – Educação Alimentar e Nutricional
- **EAS** - Elementos Anormais e Sedimento
- **EDTA** – Edetato dissódico de cálcio (ácido etilenodiaminotetracético)
- **eMulti / e-Multi** – Equipes Multiprofissionais na Atenção Primária à Saúde
- **EPI** – Equipamento de Proteção Individual
- **GM/MS** – Gabinete do Ministro / Ministério da Saúde
- **IARC** – International Agency for Research on Cancer (Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer)
- **LGBTQIA+** - Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis, Transexuais, Queers, Intersexos, Assexuais e demais orientações sexuais e identidades de gênero
- **MMT** – Metilciclopentadienil manganês tricarbonil
- **MTN** – Metalotioneína urinária
- **NIOSH** – National Institute for Occupational Safety and Health
- **NR** – Norma Regulamentadora
- **NR-6** – Norma Regulamentadora nº 6
- **NR-7** – Norma Regulamentadora nº 7
- **NR-15** – Norma Regulamentadora nº 15
- **OMS** – Organização Mundial da Saúde
- **PAS** – Ácido para-aminosalicílico

- **PEC** – Prontuário Eletrônico do Cidadão
- **PESMAD** – Política Estadual de Saúde Mental
- **PICS** - Práticas Integrativas e Complementares em Saúde
- **PIPA** – Programa Estadual de Intervenção Precoce Avançado
- **PNAB** – Política Nacional de Atenção Básica
- **PNASPI** – Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas
- **PTS** – Projeto Terapêutico Singular
- **RAPS** – Rede de Atenção Psicossocial
- **RAS** – Rede de Atenção à Saúde
- **RBP** – Proteína de ligação ao retinol urinário
- **RCPD** – Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência
- **RCPD-MG** – Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência de Minas Gerais
- **RUE** – Rede de Atenção às Urgências e Emergências
- **SAN** – Segurança Alimentar e Nutricional
- **SARA** – Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo
- **SERDI** – Serviços Especializados de Reabilitação em Deficiência Intelectual
- **SES-MG** – Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais
- **SESAI** – Secretaria Especial de Saúde Indígena
- **SIH** – Sistema de Informação Hospitalar
- **SIM** – Sistema de Informações sobre Mortalidade
- **SINAN** – Sistema de Informação de Agravos de Notificação
- **SIS** – Sistemas de Informações em Saúde
- **SUBPAS** – Subsecretaria de Políticas e Ações de Saúde
- **SUS** – Sistema Único de Saúde
- **SUS/MG** - Sistema Único de Saúde de Minas Gerais
- **TFG** – Taxa de Filtração Glomerular
- **TGO / TGP** – Transaminase Glutâmico-Oxalacética / Transaminase Glutâmico-Pirúvica
- **UPA** – Unidade de Pronto Atendimento
- **UBS** - Unidades Básicas de Saúde
- **VESAT** – Vigilância Epidemiológica de Doenças/Agravos Relacionados ao Trabalho
- **VIGIAGUA** – Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
- **VIGIAR** – Programa de Vigilância em Saúde das Populações Expostas aos Poluentes Atmosféricos
- **VIGIDESASTRES** – Programa de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada aos Riscos Decorrentes dos Desastres
- **VIGIPEQ** – Programa de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Contaminantes Químicos
- **VIGISOLO** – Programa de Vigilância em Saúde Ambiental de populações expostas a áreas contaminadas por contaminantes químicos
- **VSPEA** – Vigilância em Saúde Ambiental das Populações Expostas aos Agrotóxicos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 PÚBLICO-ALVO	09
3 OBJETIVO	09
4 METODOLOGIA	10
5 DEFINIÇÕES BÁSICAS	10
6 METAIS	12
6.1 AVALIAÇÃO CLÍNICA, DIAGNÓSTICO E MANEJO INICIAL	12
6.1.1 Anamnese e Avaliação Clínica	13
6.1.2 Exames Laboratoriais Basais Sugerido	14
6.1.3 Estabilização Clínica e Suporte Sistêmico	14
6.1.4 Descontaminação Gastrointestinal	15
6.1.5 Terapia de Substituição Renal (Hemodiálise).....	16
6.1.6 Ação Terapêutica Geral e Quelantes.....	17
6.2 ARSÊNIO.....	17
6.2.1 Fonte de Exposição.....	18
6.2.2 Prevenção	19
6.2.3 Efeitos à saúde.....	20
6.2.4 Sinais e sintomas de intoxicação aguda	20
6.2.5 Sinais e sintomas de intoxicação crônica.....	22
6.2.6 Investigação Clínica	23
6.2.7 Marcadores Biológicos.....	24
6.2.8 Tratamento.....	25
6.2.9 Valor de Referência Toxicológico	26
6.3 MERCÚRIO	27
6.3.1 Fonte de exposição	27
6.3.2 Prevenção.....	28
6.3.3 Efeitos à saúde.....	29
6.3.4 Sinais e sintomas de intoxicação aguda.....	30
6.3.5 Sinais e sintomas de intoxicação crônica.....	31
6.3.6 Investigação clínica.....	33
6.3.7 Marcadores Biológicos.....	33
6.3.8 Tratamento.....	34
6.3.9 Valor de referência toxicológico.....	35
6.4 CÁDMIO.....	36
6.4.1 Fonte de exposição	36
6.4.2 Prevenção	37
6.4.3 Efeitos à saúde	37
6.4.4 Sinais e sintomas de intoxicação aguda	38
6.4.5 Sinais e sintomas da intoxicação crônica	38
6.4.6 Investigação clínica	39
6.4.7 Marcadores biológicos	40
6.4.8 Tratamento	40

6.4.9 Valor de referência toxicológico.....	41
6.5 MANGANÊS	41
6.5.1 Fonte de exposição.....	42
6.5.2 Prevenção	42
6.5.3 Efeitos à saúde	43
6.5.4 Sinais e sintomas da intoxicação aguda.....	44
6.5.5 Sinais e sintomas da intoxicação crônica.....	45
6.5.6 Investigação clínica.....	45
6.5.7 Marcador biológico.....	46
6.5.8 Tratamento	47
6.5.9 Valor de referência toxicológico	47
6.6 CHUMBO.....	48
6.6.1 Fonte de exposição	49
6.6.2 Prevenção.....	50
6.6.3 Efeitos à saúde	50
6.6.4 Investigação Clínica.....	52
6.6.5 Marcadores Biológicos.....	53
6.6.6 Tratamento.....	53
6.6.7 Valor de Referência Toxicológico	54
7 ATUAÇÃO DA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE (APS) NO CONTEXTOS DE RISCO AMBIENTAL EM ÁREAS MINERÁRIAS	55
7.1 COMPETÊNCIAS E DIRETRIZES PARA O PROCESSO DE TRABALHO	56
7.1.1 Marco Regulatório e Pilares de Atuação.....	56
7.1.2 Diretrizes operacionais e equipes multiprofissionais	56
7.2 MAPEAMENTO, CADASTRO E MONITORAMENTO LONGITUDINAL	57
7.2.1 Cadastro Específico e Estratificação de Risco	58
7.2.2 Notificação e Referência para Especialidades	58
7.3 AÇÕES PRIORITÁRIAS: URGÊNCIA, PREVENÇÃO E SAÚDE MENTAL	59
7.3.1 Priorização de Urgências e Intervenção Precoce	59
7.3.2 Orientações e Prevenção.....	59
7.3.3 Saúde Mental e Apoio Psicossocial	60
8 COORDENAÇÃO DO CUIDADO E ORGANIZAÇÃO DO ACESSO NA APS.	61
8.1 PRINCÍPIOS DE ORDENAÇÃO DA REDE E ARTICULAÇÃO INTERINSTITUCIONAL	61
8.2 ATRIBUIÇÕES DA APS EM TERRITÓRIOS COM ATIVIDADE MINERÁRIA: PREPARAÇÃO E RESPOSTA	62
8.3 FLUXOGRAMA DE ACOLHIMENTO NA APS EM TERRITÓRIOS COM MINERAÇÃO	63
8.4 ATUAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE (APS) EM TERRITÓRIOS DE MINERAÇÃO.....	64
8.4.1 Enfermeiro.....	64
8.4.2 Médico.....	64
8.4.3 Agente Comunitário de Saúde (ACS).....	66
8.4.4 Técnico de Enfermagem.....	68
8.4.5 Equipe Multiprofissional (eMulti)	69
8.5 ATENÇÃO A GRUPOS DE MAIOR VULNERABILIDADE E EQUIDADE	71
8.5.1 Especificidades da População Indígena em Contexto de Aldeia	72

8.6 FLUXOS ESPECÍFICOS DE ASSISTÊNCIA ESPECIALIZADA	72
8.6.1 Assistência Psicológica e Saúde Mental (RAPS)	72
8.6.2 Acompanhamento do Desenvolvimento Neuropsicomotor (RCPD)	73
9. AÇÕES DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE	74
9.1 VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA	75
9.1.1 Intoxicação Exógena - Definição epidemiológica	75
9.1.2 Intoxicação Exógena - Situações de alerta	75
9.1.3 Notificação epidemiológica	76
9.1.3.1 Encerramento do caso	80
9.2 VIGILÂNCIA EM SAÚDE DO TRABALHADOR.....	80
9.2.1 Identificação de atividades produtivas com exposição contaminantes químicos e de atividades minerárias, desenvolvidas no território.....	80
9.2.2 Identificação de trabalhadores expostos a contaminantes químicos e de atividade minerária que moram e ou trabalham no território	81
9.2.3 Análise da situação de saúde dos trabalhadores	82
9.2.4 Vigilância epidemiológica dos agravos à saúde dos trabalhadores relacionados a exposição à contaminantes químicos decorrentes de atividade minerária	83
9.3 VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL	85
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

1 INTRODUÇÃO

Os metais pesados são um grupo de elementos químicos com características metálicas presentes naturalmente na crosta terrestre. Alguns desses metais são classificados como essenciais por serem indispensáveis ao bom funcionamento dos organismos vivos, como o cobre, ferro e manganês. No entanto, outros podem causar efeitos tóxicos, mesmo quando ingeridos em baixas concentrações, devido à sua capacidade de bioacumulação na cadeia trófica (1, 2).

Os metais pesados podem ser incorporados a produtos em várias etapas de sua fabricação, manipulação, embalagem, estocagem, transporte, dentre outras. Além disso, podem estar presentes de forma natural a depender da localização geográfica e de processos naturais. Atividades relacionadas à mineração podem representar uma importante fonte de contaminação ambiental por metais pesados a partir da deposição destes elementos no meio ambiente, acumulando-se em ecossistemas e cadeias alimentares. Com isso, esses metais podem ser encontrados em alimentos, água, embalagens, cosméticos e produtos de limpeza, permitindo o contato da população com essas substâncias químicas (3, 4).

Entre os metais pesados de maior importância em saúde destacam-se o arsênio, mercúrio, cádmio e chumbo, devido aos seus efeitos tóxicos à saúde humana que envolvem o acometimento de múltiplos sistemas, como hepático, respiratório, renal, cardiovascular e neurológico, além do potencial cancerígeno (5). Outros metais como o manganês, que é considerado um elemento essencial, em grandes concentrações, pode causar danos à saúde humana (6, 7). Dessa forma, essas substâncias são objeto do presente protocolo, uma vez que podem ser liberadas no meio ambiente, acarretando exposição da população do estado de Minas Gerais, sobretudo nas localidades onde são desenvolvidas atividades minerárias e/ou nas regiões atingidas por material proveniente de desastres minerários (8).

No Brasil, o conjunto de ações e serviços de saúde prestados por órgãos e instituições públicas federais, estaduais e municipais — da administração direta e indireta, bem como por fundações mantidas pelo Poder Público — constitui o SUS, conforme definido no artigo 4º da Lei nº 8.080/1990. O SUS é responsável por organizar e integrar essas ações de forma regionalizada e hierarquizada, com o objetivo de garantir o acesso universal e igualitário à saúde.

Além disso, de acordo com o artigo 5º da mesma lei, são princípios do SUS a integralidade da assistência, a descentralização com direção única em cada esfera de governo, e a participação da comunidade. Esses princípios reforçam o papel estratégico do sistema na promoção, proteção, prevenção e recuperação da saúde humana.

Nesse contexto, torna-se essencial o desenvolvimento de um protocolo específico de atenção à saúde voltado à exposição a substâncias químicas, especialmente aquelas provenientes da atividade minerária. A formulação de diretrizes interdisciplinares pode ampliar a capacidade de resposta do SUS frente aos agravos relacionados a esses contaminantes, contribuindo para a proteção da saúde da população e para a mitigação dos efeitos nocivos dos metais.

2 PÚBLICO-ALVO

Este protocolo destina-se aos gestores e profissionais da saúde atuantes na RAS, com destaque para a APS, reconhecida como ordenadora do cuidado e coordenadora das ações nos demais níveis de atenção. A população de interesse inclui usuários(as) potencialmente expostos(as) a substâncias químicas decorrentes da atividade minerária no âmbito do SUS/MG, tais como trabalhadores(as) cujas ocupações envolvam exposição a metais pesados, moradores(as) de territórios com atividade mineradora e locais onde houve rompimento de barragem.

3 OBJETIVO

Este protocolo se propõe a oferecer recomendações aos gestores e profissionais de saúde para a organização dos processos assistenciais relacionados à identificação, avaliação, tratamento, acompanhamento e compartilhamento do cuidado de pessoas potencialmente expostas aos metais arsênio, mercúrio, cádmio, manganês e chumbo. A presença dessas substâncias químicas está diretamente atrelada à atividade minerária. As orientações visam garantir a efetividade da assistência, a prevenção de complicações decorrentes da exposição e

a segurança das ações a serem implementadas, assim como promover educação permanente em saúde.

4 METODOLOGIA

Este documento foi construído a partir de pesquisa bibliográfica e análise descritiva de materiais envolvendo a temática de metais pesados e saúde ambiental. Foram utilizados artigos científicos publicados nos últimos 20 anos, nos idiomas português, inglês e espanhol, capítulos de livros técnicos, dissertações, normas ambientais e manuais de organizações nacionais e internacionais. A seleção dos artigos levou em consideração a relevância científica e os estudos com bases em evidências. Trabalhos com erros metodológicos ou publicações muito antigas não foram consideradas para a elaboração deste documento.

5 DEFINIÇÕES BÁSICAS

Cumpramos esclarecer alguns conceitos básicos que serão abordados ao longo deste protocolo, mais especificamente quanto aos conceitos relacionados à exposição e intoxicação:

Agente tóxico: É a substância química capaz de causar dano a um sistema biológico, alterando uma função ou levando-o à morte, sob certas condições de exposição (9).

Toxicidade: Refere-se ao grau de potencial tóxico de uma substância, ou seja, à sua capacidade intrínseca de produzir efeitos adversos em organismos vivos (10).

Exposição: A exposição é caracterizada pelo contato com uma substância por ingestão, inalação ou contato pela pele ou olhos. A exposição pode ser de curta duração, também chamada de exposição aguda (exposição de até 14 dias), de duração intermediária (exposição igual ou maior que 15 dias e até 365 dias) ou de longo prazo, também conhecida como exposição crônica (acima de 365 dias) (11). É importante diferenciar exposição de intoxicação. A exposição não implica, necessariamente, em doença ou sintomas. Já a intoxicação é a consequência clínica da exposição marcado pela presença de sinais e sintomas clínicos e/ou

alterações laboratoriais, cuja gravidade depende da dose, do tempo de exposição, da toxicidade da substância e das características individuais do exposto.

Intoxicação: Condição clínica resultante de exposição a um agente em doses consideradas tóxicas (12). A gravidade da intoxicação é determinada por diversos fatores, como a quantidade de substância, o tempo de exposição, o grau de toxicidade da substância e fatores do próprio indivíduo, como a idade e a competência imunológica. Uma intoxicação pode ser classificada em endógena ou exógena.

Intoxicação endógena: A intoxicação endógena é causada pelo acúmulo de substâncias nocivas produzidas pelo próprio organismo. As intoxicações endógenas ocorrem em processos patológicos, os quais impossibilitam o corpo humano de eliminar as substâncias tóxicas que ele mesmo produz, comprometendo o desempenho fisiológico dos sistemas (13).

Intoxicação exógena: A intoxicação exógena é causada pela exposição a substâncias químicas ou agentes externos. A intoxicação exógena foi definida pelo Ministério da saúde como a condição em um indivíduo que, após ser exposto a substâncias químicas - como agrotóxicos, medicamentos, produtos de uso doméstico, cosméticos e higiene pessoal, produtos químicos de uso industrial, drogas, plantas e alimentos e bebidas - apresenta sinais e sintomas clínicos de intoxicação e/ou alterações laboratoriais que são provavelmente ou possivelmente compatíveis com esse quadro (14).

Metais pesados: São elementos de alta densidade e que podem existir naturalmente ou serem resultado de ações antrópicas. Podem ser classificados em metais essenciais, ou seja, necessários em pequenas quantidades para o adequado funcionamento do organismo e não essenciais ou tóxicos, que mesmo em pequenas exposições, podem ser prejudiciais à saúde.

Matrizes ambientais: São os meios do ambiente (água, ar, solo, sedimento) onde os contaminantes químicos podem estar presentes, serem transportados, acumulados ou transformados. Essas matrizes são fundamentais para avaliar a exposição, os riscos ambientais e os impactos à saúde humana e aos ecossistemas.

Matrizes biológicas: Refere-se a material de origem biológica utilizado para a detecção, identificação ou quantificação de substâncias químicas em análises toxicológicas. São consideradas matrizes biológicas: sangue, urina, cabelo, unhas e outros tecidos e órgãos que possam ser submetidos a processos de extração e métodos analíticos.

Bioacumulação: É o processo pelo qual substâncias tóxicas, como metais pesados, se acumulam nos tecidos de organismos vivos ao longo do tempo. Isso acontece quando a taxa de absorção de uma substância excede a capacidade do organismo de eliminá-la. Dessa forma, a concentração de toxinas aumenta gradualmente no corpo do animal ou planta, gerando riscos ambientais e à saúde.

Biomagnificação: É um fenômeno que ocorre quando há acúmulo progressivo de substâncias de um nível trófico para outro ao longo da teia alimentar. Assim, os predadores de topo têm maiores concentrações dessas substâncias do que suas presas.

Dessa forma, este protocolo discorre sobre **intoxicação exógena** envolvendo metais pesados e nele são apresentadas recomendações e condutas direcionadas ao atendimento de casos suspeitos de pessoas potencialmente expostas a metais como arsênio, mercúrio, cádmio, manganês e chumbo no âmbito da APS em territórios minerários.

6 METAIS

6.1 AVALIAÇÃO CLÍNICA, DIAGNÓSTICO E MANEJO INICIAL

Para um atendimento integral em casos de suspeita de exposição a metais pesados decorrentes da atividade minerária, a avaliação inicial deve ser sistematizada e orientada pelo risco e pelo histórico da exposição. A medida inicial e mais importante no manejo de qualquer intoxicação, especialmente em casos agudos, é fornecer medidas de suporte e estabilização clínica ao paciente, além da interrupção imediata da exposição, sempre que possível.

A avaliação clínica em conjunto com a análise situacional do ambiente em que o paciente vive ou trabalha é a base para o raciocínio clínico, permitindo a identificação de sinais e sintomas compatíveis e orientando a necessidade de exames complementares (15).

Especialmente para casos de urgência e emergência envolvendo exposições agudas e sintomas, deve ser feito contato com centros de intoxicação distribuídos em todo país. Para os casos suspeitos de exposição crônica, foco principal deste documento, a identificação e a condução inicial dos casos podem ser feitas a nível ambulatorial na APS, mediante capacitação continuada das equipes.

Assim, a partir da estruturação de um serviço de acompanhamento na APS é possível a identificação precoce de agravos relacionados à exposição crônica, o acompanhamento longitudinal de indivíduos expostos, a padronização de condutas diagnósticas e terapêuticas, bem como a integração com ações de vigilância em saúde ambiental.

6.1.1 Anamnese e Avaliação Clínica

A anamnese deve ser conduzida para identificar a origem e a duração da exposição, incluindo perguntas sobre:

- Histórico detalhado de trabalho e residencial (6).
- Fontes de água potável, dieta e hábitos (como o consumo de frutos do mar, consumo de produtos cultivados em áreas de potencial contaminação, tabagismo). (6, 16)
- Uso de água para irrigação ou consumo de alimentos locais.
- Contato com poeiras metálicas ou rejeitos de mineração.
- Condição dos animais domésticos.
- Uso de suprimentos de pesticidas ou herbicidas em trabalhos agrícolas ou paisagístico
- Métodos de aquecimento doméstico (fogões domésticos, lareiras e fontes de combustível).
- Uso de equipamentos de proteção individual em caso de trabalhadores na área da mineração.
- Medicamentos de uso tradicional ou caseiro (6,17).
- Presença de outras comorbidades.
- Investigação de diagnósticos diferenciais.

A confirmação do diagnóstico deve sempre integrar os achados clínicos com os resultados laboratoriais e epidemiológicos.

6.1.2 Exames Laboratoriais Basais Sugeridos

Em uma unidade de saúde, deve-se solicitar imediatamente exames para avaliar a função orgânica geral (15) em casos suspeitos de intoxicação por metais pesados. Esses exames devem

ser direcionados para cada caso, de forma individualizada. Para pacientes instáveis em emergência médica, essa avaliação deve ser feita em ambiente hospitalar. Para pacientes com sintomas arrastados e suspeita de exposição crônica, os exames iniciais podem ser realizados à nível ambulatorial. Encaminhamentos devem ser feitos a depender da evolução de cada caso. Em geral, os exames laboratoriais irão envolver:

- **Hemograma:** Importante para verificar anemia e alterações celulares (efeitos comuns de arsênio e chumbo).
- **Ureia e Creatinina:** Medem a função renal, alvo de toxicidade do arsênio, cádmio e chumbo.
- **Enzimas hepáticas (TGO e TGP):** Avaliam a função hepática (afetada por arsênio e Cádmio).
- **Eletrólitos:** Essenciais para identificar desequilíbrios agudos.
- **Gasometria arterial:** Importante para avaliar distúrbios ácido base que podem estar presentes em intoxicações por arsênio, além de avaliar também a presença e a gravidade da hipoxemia.
- **Biomarcadores:** Testes específicos para identificação de metais em matrizes biológicas (sangue, urina, unhas e cabelos).

6.1.3 Estabilização Clínica e Suporte Sistêmico

Em casos de suspeita de intoxicação aguda, os pacientes geralmente precisam de estabilização rápida. O tratamento é sintomático e consiste em medidas de suporte (18):

- **Reposição Volêmica:** Em situações graves, a reposição intensiva de fluidos intravenosos pode ser essencial para preservar a vida do paciente, corrigindo distúrbios hidroeletrólíticos e prevenindo o choque.
- **Uso de drogas vasoativas:** O uso de drogas vasoativas no manejo de choque deve ser avaliado em pacientes que não respondem à reposição volêmica inicial.
- **Suporte ventilatório:** O suporte ventilatório deve ser avaliado em pacientes com alteração respiratória e/ou rebaixamento do nível de consciência. Pode ser necessário desde o uso de cateter nasal até intubação orotraqueal em pacientes graves.

- **Uso de quelantes:** Para casos de intoxicação aguda, em pacientes com instabilidade hemodinâmica ou que apresentem outros sintomas de gravidade, o uso de quelantes deve ser considerado. Para casos crônicos, há necessidade de estudo detalhado do caso e em geral, o uso de quelantes não é capaz de reverter os efeitos já estabelecidos.

6.1.4 Descontaminação Gastrointestinal

O manejo de ingestões agudas graves exige intervenção imediata para estabilização hemodinâmica. Devido à complexidade e riscos, estas condutas devem ser executadas exclusivamente no âmbito da RUE (UPAs ou Hospitais), não devendo ser realizadas na APS. Além disso, a escolha da descontaminação com lavagem gástrica deve envolver aspectos como o tempo desde a ingestão, a preservação do nível de consciência pelo risco de aspiração pulmonar em pacientes sonolentos e a colaboração do paciente. O uso de carvão ativado não está indicado em ingestão de metais pesados, uma vez que os metais não se ligam bem ao carvão.

- **Lavagem Gástrica:** Pode ser considerada em casos de ingestão aguda potencialmente letal. O procedimento apresenta maior eficácia se realizado na primeira hora (até 60 minutos) após a ingestão. Após esse período, a eficácia diminui drasticamente (18, 19). Este procedimento fica formalmente contraindicado em pacientes com rebaixamento do nível de consciência sem via aérea protegida (19).
- **Êmese:** Em geral não está indicada. Pode ser considerada em casos específicos e em até 1 hora da exposição, dependendo rigorosamente da avaliação clínica e do estado de consciência do paciente (20).
- **Carvão Ativado:** Não está indicado. Evidências indicam que o carvão ativado não adsorve bem metais como ferro, lítio, chumbo, mercúrio e arsênio. Portanto, seu uso não é recomendado como rotina, exceto em casos de co-ingestão com outras substâncias de alta toxicidade (6, 18, 19).
- **Agentes Catárticos:** O uso de laxantes deve ser evitado, especialmente se houver diarreia profusa, pois pode agravar o desequilíbrio hidroeletrólítico e a depleção de volume (6, 18).

6.1.5 Terapia de Substituição Renal (Hemodiálise)

A insuficiência renal aguda é uma complicação grave e frequente nas intoxicações graves (6, 18).

- **Indicação:** A hemodiálise está indicada primariamente para o suporte da função renal (controle da uremia, hipercalemia, acidose e sobrecarga volêmica) em pacientes com falência renal concomitante.
- **Limitação:** Os metais possuem elevada ligação a proteínas plasmáticas, grande volume de distribuição e rápida captação do metal livre no sangue para os tecidos, o que reduz significativamente a fração livre disponível para remoção extracorpórea. Assim, a hemodiálise possui eficácia limitada na remoção da maioria dos metais do sangue, não substituindo as medidas iniciais e o suporte intensivo, além da terapia com agentes quelantes, quando indicada.
- **Avaliação especializada:** Pacientes com oligúria/anúria ou alteração das escórias renais no contexto de intoxicação aguda por metais pesados devem ter o caso discutido em conjunto com equipe de toxicologia, nefrologia e terapia intensiva.

6.1.6 Ação Terapêutica Geral e Quelantes

- Além da remoção da fonte e do suporte sintomático (15), o uso de agentes quelantes citados na literatura como o DMPS, o DMSA, o BAL, o PAS ou o EDTA, quando disponíveis, constitui um importante pilar no tratamento de intoxicações agudas com repercussões sistêmicas graves (18). **Cuidados:** Todos os agentes quelantes possuem efeitos colaterais e riscos. Recomendações específicas sobre escolha, dosagem e administração devem ser feitas sob supervisão de um especialista em toxicologia ou diretamente com um Centro de Intoxicações. (6, 18). O uso de quelantes em pacientes intoxicados cronicamente deve ser discutido individualmente e em geral, não irá reverter de forma completa os efeitos já estabelecidos. A disponibilidade dos quelantes deve ser verificada junto à rede assistencial local. Atualmente, nenhum dos quelantes citados acima integra a lista de medicamentos disponíveis na rede SUS. Em dezembro

de 2025 CONITEC iniciou a avaliação da proposta de incorporação do DMSA ao SUS, ainda sujeita a consulta pública e parecer final do Ministério da Saúde.

6.2 ARSÊNIO

O arsênio é um elemento que pode ocorrer naturalmente e está amplamente distribuído na crosta terrestre. Quimicamente classificado como semimetal, o arsênio possui propriedades tanto de metal e quanto de não metal, embora seja frequentemente referido como um metal. O arsênio elementar, também conhecido como arsênio metálico, é um material sólido de cor cinza-aço. No entanto, no meio ambiente, o arsênio geralmente se encontra combinado com outros elementos, tais como oxigênio, cloro e enxofre, formando o arsênio inorgânico, altamente tóxico. Quando combinado com carbono e hidrogênio, é denominado arsênio orgânico, forma menos tóxica e geralmente presente em peixes, crustáceos e outros frutos do mar (5).




6.2.1 Fonte de Exposição

A exposição ao arsênio pode ocorrer pela inalação, ingestão e contato dérmico (possível, mas com absorção limitada) com este metal. A ingestão de água e alimentos contaminados (seja de forma natural ou antrópica) é fonte importante de exposição, principalmente em países asiáticos. A principal fonte dietética de arsênio são os frutos do mar, que contêm arsênio em sua forma orgânica, chamada arsenobetaína, que apresenta menor potencial tóxico à saúde. (5). A inalação de fumaça ou poeira contendo arsênio inorgânico ocorre principalmente em ambientes associados à mineração e processamento de minérios, nos quais a liberação de partículas contaminadas pode ocorrer. Nessas situações, a exposição ocupacional representa a forma mais comum de inalação de arsênio, especialmente entre trabalhadores de mineração, fundição de metais e indústrias que manipulam compostos arsenicais.

A quantidade de arsênio absorvido por inalação ainda não foi determinada com precisão, mas é estimada a faixa de 60 a 90% de absorção em circunstância onde o uso de

equipamentos de proteção individual não é adequado. Partículas menores se depositam mais profundamente no trato respiratório (6).

Quadro 1: Fontes de Exposição ao arsênio no contexto ambiental

Via de exposição	Contaminação
Água 	✓ O arsênio presente na água pode ser adsorvido por sedimentos e solos.
Ar 	✓ Arsênio ligado a partículas muito pequenas pode permanecer no ar por muitos dias e viajar longas distâncias. O arsênio no ar do local de trabalho é geralmente encontrado como trióxido de arsênio.
Terra (solo) 	✓ O arsênio no solo pode ser transportado por vento, no escoamento ou pode lixiviar para o solo subterrâneo, sendo em grande parte imóvel em solos agrícolas.

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2009

6.2.2 Prevenção

O estado nutricional de uma pessoa pode desempenhar papel importante na prevenção dos efeitos negativos do arsênio para a saúde. A possibilidade de que o arsênio e o selênio sejam mutuamente antagônicos é conhecida. Pesquisas recentes sugerem que uma dieta rica em selênio e outros antioxidantes pode ajudar a promover a metilação do arsênio, o que aumenta sua excreção do corpo. Outros estudos revelam que a possibilidade de intoxicação pelo arsênio aumenta em indivíduos desnutridos, talvez devido à diminuição do mecanismo de metilação do arsênio (6).

É fundamental estabelecer ações de comunicação e prevenção. Em relação ao monitoramento de arsênio em água para consumo humano, a Portaria GM/MS 888/2021 determina que todos os prestadores de serviço de abastecimento de água para consumo humano realizem semestralmente a análise dessa substância na água fornecida à população. Além disso, esses resultados devem ser enviados para a secretaria municipal de saúde para gestão das informações e como subsídio na tomada de decisões. Ademais, o Decreto 5.440/2005 estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de

abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano (21).

É prudente evitar a superexposição a fontes ambientais potencialmente contaminadas por arsênio, tais como água, ar, solo e sedimentos, especialmente em áreas minerárias ou em locais onde haja suspeita ou evidência de contaminação (6). Deve-se evitar entrar em contato por longos períodos com o solo, ar e água desses ambientes com altos níveis de arsênio; também é prudente evitar o consumo de alimentos produzidos neste local, sejam eles de origem animal ou vegetal (22).







6.2.3 Efeitos à saúde





A exposição ao arsênio pode acometer diversos sistemas causando uma enorme variedade de sintomas e sinais clínicos como, danos aos pulmões, sistema gastrointestinal, rins, sistema nervoso central e periférico, sistema cardiovascular e órgãos hematopoiéticos. A toxicidade do arsênio depende da forma química envolvida, da via de exposição e se a exposição é aguda ou crônica. O diagnóstico nas exposições agudas baseia-se no surgimento de sinais e sintomas característicos de toxicidade como vômitos, diarreia, cardiotoxicidade ou outras disfunções orgânicas, associado a história conhecida de exposição a produtos contendo arsênio inorgânico, que é sua forma mais tóxica (trivalente ou pentavalente). Sem a história de exposição, o diagnóstico geralmente não é suspeitado, pois pode mimetizar outras condições clínicas mais comuns (por exemplo, quadros infecciosos). O diagnóstico é confirmado por uma concentração elevada de arsênio inorgânico na urina, considerada a melhor matriz (padrão-ouro) para avaliação de casos agudos. (23). A avaliação de exposição e intoxicação crônica por arsênio é complexa e desafiadora e exige uma extensa avaliação do quadro clínico, temporalidade, e quadro situacional do ambiente em que o indivíduo reside ou trabalha. A apresentação costuma ser insidiosa e inespecífica, englobando um amplo diagnóstico diferencial e exigindo avaliação detalhada e criteriosa do contexto. Dessa forma, o diagnóstico requer abordagem abrangente, correlacionando achados clínicos, epidemiológicos e laboratoriais. Com relação ao potencial carcinogênico, o arsênio é classificado como cancerígeno (Grupo 1 – IARC) para humanos (24, 25, 26) com riscos aumentados para: Câncer de pele, pulmão, bexiga, rins, fígado e raramente, próstata.

6.2.4 Sinais e sintomas de intoxicação aguda

Na intoxicação aguda por arsênio, os principais sinais e sintomas surgem nos primeiros minutos a horas após a exposição. Nos casos de exposição por via oral, os sintomas gastrointestinais como diarreia volumosa e vômitos são a principal apresentação, levando à distúrbios hidroeletrólíticos e desidratação grave. O paciente pode evoluir em poucas horas para choque circulatório, arritmias e óbito. Em inalação aguda de grande quantidade de arsênio, o quadro respiratório pode ser predominante, levando a insuficiência respiratória em poucos minutos.

Quadro 2: Os sinais e sintomas de intoxicação aguda por arsênio

Sistemas	Efeitos à saúde
Sistema Nervoso 	<ul style="list-style-type: none">✓ Crises convulsivas✓ Delírios e desorientação✓ Cefaleia✓ Letargia e evolução para coma✓ Fraqueza muscular, parestesias✓ Neuropatia periférica precoce
Sistema Gastrointestinal 	<ul style="list-style-type: none">✓ Hiporexia✓ Gosto metálico na boca✓ Diarreia profusa (descrita como “água de arroz” com ou sem sangue)✓ Vômitos incoercíveis✓ Dor abdominal✓ Disfagia e sialorreia✓ Alteração de enzimas hepáticas e pancreatite
Sistema Endócrino 	<ul style="list-style-type: none">✓ Distúrbios hidroeletrólíticos graves pela intensa desidratação✓ Hipoglicemia✓ Acidose metabólica
Sistema Excretor 	<ul style="list-style-type: none">✓ Insuficiência renal aguda por necrose tubular aguda✓ Hematúria, oligúria, proteinúria, leucocitúria, glicosúria
Sistema Cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none">✓ Arritmia ventricular✓ Hipotensão e choque✓ Insuficiência cardíaca congestiva✓ Inversão da onda T e prolongamento persistente do intervalo QT
Sistema Osteomuscular 	<ul style="list-style-type: none">✓ Rabdomiólise



Sistema Tegumentar 	✓ Erupções maculopapulares pruriginosas, eritema transitório, rubor, edema facial, anidrose
Sistema Hematopoiético 	✓ Anemia hemolítica ✓ Coagulação intravascular disseminada (CIVD) ✓ Pancitopenia
Sistema Respiratório 	✓ Irritação da mucosa nasal, faringe, traqueia, laringe e brônquios (principalmente na inalação) ✓ Edema pulmonar não cardiogênico ✓ Síndrome do desconforto respiratório agudo ✓ Pneumonite
Sistema Sensorial 	✓ Conjuntivite ✓ Odor característico de alho








Fonte: Adaptado de ATSDR, 2009.

6.2.5 Sinais e sintomas de intoxicação crônica

A exposição crônica ao arsênio, principalmente por meio de matrizes ambientais contaminadas (água, solo, ar e sedimentos) pode levar ao desenvolvimento de lesões cutâneas e neuropatia periférica, e a sua presença deve motivar uma pesquisa direcionada para esta etiologia. Além disso, a neuropatia pode ocorrer de forma insidiosa na toxicidade crônica, sem outros sintomas aparentes. Contudo, uma avaliação clínica cuidadosa, associada à anamnese completa e direcionada para exposição ambiental geralmente revela a presença de sinais indicativos de problemas multiorgânicos ou multissistêmicos, como anemia, leucopenia e/ou testes de função hepática alterados (6).

Quadro 3: Os sinais e sintomas de intoxicação crônica por arsênio

Sistemas	Efeitos à saúde
Sistema Nervoso 	✓ Polineurite e paralisia motora ✓ Deficit cognitivo sem causa elucidada ✓ Polineuropatia simétrica periférica (sensitivo-motora) ✓ Anormalidades eletromiográficas
Sistema Gastrointestinal 	✓ Anorexia com perda ponderal inexplicada ✓ Esofagite ✓ Colite ou gastrite, síndromes disabsortivas sem etiologia clara ✓ Desconforto abdominal crônico ✓ Hepatomegalia dolorosa com elevação nas enzimas hepáticas, degeneração gordurosa e hipertensão portal

<p>Sistema Reprodutivo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento na frequência de abortos espontâneos ✓ Aumento nas más- formações congênitas
<p>Sistema Endócrino</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diabetes Mellitus (surgimento ou agravamento de sintomas)
<p>Sistema Excretor</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insuficiência renal crônica devido a necrose cortical
<p>Sistema Cardiovascular</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Arritmias ✓ Anormalidades na microcirculação e formação de aterosclerose ✓ Doença cardíaca isquêmica ✓ Doença Blackfoot (isquemia periférica crônica) ✓ Hipertensão ✓ Pericardite
<p>Sistema Tegumentar</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hiperqueratoses palmo-plantares e alterações na pigmentação da pele ✓ Leuconíquea estriada (linhas de Mees) ✓ Hiperpigmentação em áreas de hipopigmentação “gota de chuva” ✓ Descamação da pele
<p>Sistema Hematopoiético</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Anemia ✓ Hipoplasia ou aplasia da medula óssea levando a anemia, leucopenia e/ou plaquetopenia ✓ Metabolismo alterado do folato
<p>Sistema Respiratório</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Doenças crônicas restritivas/obstrutivas ✓ Rinite, faringite, laringite ✓ Traqueobronquite

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2009

6.2.6 Investigação Clínica

Em casos de suspeita de exposição significativa ao arsênio, a avaliação médica deve incluir anamnese detalhada e direcionada. Em muitos casos, a fonte de exposição ao arsênio não pode ser identificada de forma imediata. Por essa razão, para identificar tal fonte, é necessário realizar com o paciente um cuidadoso histórico de exposição, exame físico, exames laboratoriais e testes ambientais sempre que possível. (6). No atendimento inicial deve-se garantir a estabilização do paciente com monitorização contínua dos sinais vitais e de gravidade e depois, realizam-se exames laboratoriais básicos e específicos conforme a suspeita. A avaliação deve reunir dados clínicos, epidemiológicos e laboratoriais para orientar o diagnóstico, o tratamento e as medidas de vigilância necessárias.

Sugere-se como exames iniciais a realização de glicemia capilar, hemograma, gasometria arterial, íons, função renal e hepática e dosagem de creatinofosfoquinase. Também deve ser realizado eletrocardiograma de forma seriada com avaliação de arritmias, bloqueios e cálculo do intervalo QT.

Quadros crônicos exigem acompanhamento ambulatorial e devem ser discutidos com uma equipe especialista em intoxicações crônicas, especialmente médicos toxicologistas ou especialistas da saúde ocupacional. A periodicidade dos exames deve ser avaliada individualmente.

6.2.7 Marcadores Biológicos

Depois de ser absorvido pelos pulmões ou pelo trato digestivo, o arsênio é amplamente distribuído por todo o corpo através da corrente sanguínea. A maioria dos tecidos libera arsênio, exceto pele, cabelo e unhas.

A urina é a principal via de excreção do arsênio, o que torna essa via a principal forma de excreção da substância. A maior parte de uma dose única e de baixo nível é excretada nos dias seguintes após a ingestão. A dosagem urinária de arsênio é marcador de exposição aguda, principalmente se a exposição ocorreu nas últimas 24-72h. Trata-se do exame específico padrão ouro para diagnóstico de intoxicação por arsênio.

Quando disponível, a especificação do arsênio urinário deve ser solicitada, pois o consumo recente de frutos do mar pode elevar o arsênio orgânico que tem baixa toxicidade, podendo gerar resultados falsamente elevados na dosagem total de arsênio. Em geral, é um exame limitado.

A dosagem sérica de arsênio tem pouca utilidade clínica, uma vez que detecta apenas concentrações de arsênio nas primeiras horas seguintes à exposição. Assim, esta dosagem não é realizada de forma rotineira. Resultado negativo não exclui intoxicação.

Duas a quatro semanas após o término da exposição ao arsênio, esta substância pode ser encontrada em tecidos ricos em queratina, como cabelo, ossos e dentes, e em menor grau na pele e unhas. Assim, são marcadores de exposição crônica, havendo limitação na disponibilidade destes exames. Além disso, podem indicar apenas exposição e não necessariamente intoxicação. (6).

Quadro 4: Biomarcadores do arsênio

Biomarcadores	Exames e Testes Laboratoriais
Biomarcadores de exposição	<ul style="list-style-type: none">✓ Dosagem sérica de arsênio (pouco utilizado na prática)✓ Dosagem de arsênio na urina (em amostra isolada deve ser corrigido pela creatinina urinária)✓ Dosagem de arsênio na urina de 24 horas✓ Dosagem de arsênio em cabelos e unhas

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2009

6.2.8 Tratamento

Nota: *Ver Condutas Gerais de Descontaminação no Capítulo 6.1.*

Não existe antídoto específico universal, mas o uso de quelantes é a base do tratamento medicamentoso em casos graves.

- **Quelação:** Os agentes quelantes administrados horas após a absorção do arsênio podem ajudar a prevenir os efeitos negativos.
 - O Dimercaprol (BAL) foi muito recomendado no passado, porém não disponível no Brasil.
 - Atualmente, recomenda-se o uso de DMPS ou DMSA. Estes compostos são mais solúveis em água que o BAL, podendo ser administrados por via oral, apresentando menor perfil de efeitos adversos (6). Ainda assim, uma vez indicados, a função renal, hepática e eletrólitos deve ser monitorada.
- **Manejo Crônico:** No caso de exposição crônica, é fundamental identificar e retirar a fonte tóxica.
 - **Pele:** Pesquisas sugerem que o uso de análogos da vitamina A (retinóides) pode ajudar no tratamento de ceratoses pré-cancerígenas causadas pelo arsênio (6).
 - **Neuropatia:** A recuperação da neuropatia periférica pode levar meses e pode não ser completa. Um ensaio clínico usando DMPS revelou melhora nos sinais e sintomas de intoxicação crônica (6). A terapia de quelação não ajuda a melhorar a neuropatia já estabelecida.
- **Investigação da Fonte:** Pacientes com exposição excessiva (revelada em exames de urina) ou efeitos clínicos sem fonte conhecida devem ser avaliados com exames

ambientais (água, solo) e investigação do local de trabalho. Após intervenção, nova análise de urina é necessária para confirmar a redução da exposição (6).

6.2.9 Valor de Referência Toxicológico

Não há limite seguro para exposição crônica ao arsênio. No Brasil, para fins ocupacionais a NR-7, instituída pela Portaria nº 24 de 29 de dezembro de 1994 discorre sobre as ações de monitorização clínica e biológica no âmbito do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Esta portaria é emitida pela Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho, que é parte do Ministério do Trabalho. Além disso, a NR-15 reconhece a exposição ocupacional ao arsênio como insalubre. A partir de dados de estudos populacionais da OMS e da Agência para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças o valor para arsênio urinário deve ser menor ou igual a 10 µg/g de creatinina (27). Este valor é utilizado como parâmetro técnico para avaliação de exposição, uma vez que não há consenso para limiar seguro conhecido. É importante ressaltar que este valor pode variar a depender da normativa ou referência em questão. Valores acima de 50µg/g geralmente levam a sintomatologia importante. Alguns países utilizam valores diferentes em consonância com sua realidade.

É importante ressaltar que os exames avaliam isoladamente uma exposição e não uma intoxicação, que só pode ser assim considerada após avaliação clínica e realização de mais análises para definir o diagnóstico. Estes limites biológicos indicam o limite máximo acima do qual é considerado que existe uma exposição excessiva (28).

6.3 MERCÚRIO

O mercúrio pode ser encontrado no ambiente sob três formas químicas distintas: mercúrio metálico, mercúrio inorgânico e mercúrio orgânico, as quais apresentam comportamentos biológicos e potenciais tóxicos distintos.

O mercúrio metálico ou mercúrio elementar, é um elemento que à temperatura ambiente é um líquido pesado, brilhante, prateado e inodoro, que geralmente forma esferas e pode evaporar no ar para se tornar vapor metálico de mercúrio. Se o mercúrio metálico for aquecido, ele se tornará gás mercúrio metálico, altamente tóxico (29).





O mercúrio também pode ser encontrado em sua forma inorgânica, liberado principalmente por atividades industriais, combustão de carvão, mineração e descarte inadequado de resíduos podendo contaminar água, solo e alimentos.

O mercúrio orgânico, especialmente na forma de metilmercúrio (CH_3Hg^+), é uma forma química de relevância toxicológica, em razão de sua elevada neurotoxicidade, alta lipossolubilidade e capacidade de bioacumulação e biomagnificação. A sua formação ocorre principalmente por metilação bacteriana do mercúrio inorgânico em ambientes aquáticos, especialmente em sedimentos de rios, lagos e áreas impactadas por atividades de mineração. Uma vez formado, o metilmercúrio é progressivamente concentrado em organismos aquáticos, atingindo altas concentrações em peixes de grande porte e predadores de topo de cadeia.

6.3.1 Fonte de exposição

O mercúrio elementar é produzido de forma barata pelo aquecimento de minérios contendo mercúrio e pela condensação do vapor. O mercúrio metálico tem muitas aplicações na indústria elétrica (por exemplo, baterias alcalinas, interruptores elétricos, luzes), em amálgamas odontológicos e em equipamentos médicos (termômetros, eletroanálise). Nas indústrias química e de mineração, o mercúrio é usado como catalisador em reações para formar polímeros, e na extração de ouro do minério.

Quadro 5: Fontes ambientais de exposição ao mercúrio

Via de exposição	Contaminação
Água 	✓ As indústrias podem liberar mercúrio na água. Assim, ele pode ser metilado por microorganismos produzindo uma forma altamente bioacumulável de mercúrio orgânico que biomagnifica na cadeia alimentar aquática, se tornando fonte de possível contaminação para população que se alimenta de peixes contaminados.
Peixes 	✓ A partir da metilação do mercúrio na água forma-se metilmercúrio, que se concentra nos peixes e pode levar à contaminação humana pelo consumo de pescado.
Ar 	✓ A inalação de vapor de mercúrio especialmente em ambientes ocupacionais é uma das vias de exposição ao mercúrio. O vapor inalado é completamente absorvido pelos pulmões.
Terra (Solo) 	✓ O mercúrio pode entrar no solo a partir de processos naturais ou através de descarga de resíduos industriais, lixiviação de aterros sanitários.

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2023.

Tanto o mercúrio metálico em sua forma líquida quanto seus vapores são inodoros, de modo que a inalação do metal não produz qualquer sinal de alerta para a presença de concentrações perigosas no ambiente. O vapor de mercúrio é mais pesado que o ar e pode ser acumulado em áreas pouco ventiladas ou baixas. As crianças expostas aos mesmos níveis de vapor de mercúrio que os adultos podem estar expostos a níveis mais elevados do que os adultos no mesmo local devido à sua baixa estatura e aos níveis mais elevados de vapor de mercúrio encontrados mais perto do solo (30).

Em relação ao contato com a pele/olhos, o vapor de mercúrio elementar é absorvido muito lentamente pela pele em altas concentrações, podendo causar irritação na pele (dermatite) e nos olhos (conjuntivite) (30).

6.3.2 Prevenção

O contato com derramamentos de mercúrio metálico líquido deve ser evitado. Se o mercúrio metálico for derramado ou estiver em um recipiente aberto dentro de casa ou em uma área fechada, todos precisam ser removidos da área e a limpeza do derramamento realizada o mais rápido possível (29).

Devido à alta toxicidade do vapor de mercúrio em casos de derramamentos ou descarte de resíduos que contenham mercúrio é fundamental que a remoção seja realizada de forma tecnicamente adequada, sobretudo em ambientes confinados, com uso adequado de equipamentos de proteção como luvas de borracha nitrílica, avental impermeável, respirador com filtro específico para mercúrio e óculos de proteção. Um aparelho de respiração autônoma será necessário para grandes vazamentos/derramamentos. A remoção do mercúrio deve ser realizada exclusivamente por equipes treinadas, utilizando equipamentos próprios, sendo contraindicado o uso de aspiradores convencionais. O descarte também deve ser feito por equipes treinadas e em ambientes adequados, evitando contaminação do meio ambiente (31).

Em relação ao monitoramento de mercúrio em água para consumo humano, a Portaria GM/MS 888/2021 determina que todos os prestadores de serviço de abastecimento de água para consumo humano realizem semestralmente a análise dessa substância na água fornecida à população. Além disso, esses resultados devem ser enviados para a secretaria municipal de saúde para gestão das informações e como subsídio na tomada de decisões. Ademais, o

Decreto 5.440/2005 estabelece as definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano (21).

6.3.3 Efeitos à saúde

O mercúrio e seus compostos (elementar, inorgânico e orgânico) são tóxicos para o homem e ecossistemas. Inicialmente considerado um problema agudo e local, a poluição por mercúrio é atualmente entendida como global, difusa e crônica. Doses elevadas podem ser fatais para o ser humano e mesmo doses relativamente baixas podem ter efeitos adversos no desenvolvimento neurológico, no sistema cardiovascular, imunológico e reprodutivo (32). A principal via de exposição ao mercúrio elementar é a inalação de vapor de mercúrio. Os sintomas de toxicidade aguda ocorrem em poucos minutos a horas após a exposição a níveis elevados de vapor de mercúrio (30) e incluem sintomas predominantemente respiratórios.

O vapor de mercúrio pode atravessar as barreiras hematoencefálica e placentária, sendo também excretado no leite materno. As crianças podem apresentar risco aumentado de toxicidade pulmonar e maior probabilidade de desenvolver insuficiência respiratória (30).

Já a intoxicação por mercúrio orgânico ou metilmercúrio se manifesta após um período de latência de semanas a meses, ou até mesmo anos após a exposição, e o quadro é marcado principalmente por alterações neurológicas.








Segundo a IARC os compostos de mercúrio metálico e inorgânico são classificados no Grupo 3, não sendo classificáveis quanto à carcinogenicidade e o metilmercúrio é classificado no Grupo 2B, como possivelmente carcinogênico para humanos.

6.3.4 Sinais e sintomas da intoxicação aguda

Muitos efeitos agudos à saúde decorrentes da exposição a mercúrio estão associados à exposição a altos níveis de vapor de mercúrio elementar. Predominam sintomas respiratórios como tosse e dispneia, que podem evoluir para edema pulmonar, pneumonite intersticial e a longo prazo fibrose pulmonar. Os efeitos, como náuseas, vômitos, diarreia, dor abdominal, assim como cefaleia e fraqueza podem estar presentes. Embora predominem sintomas

respiratórios na intoxicação aguda, dias após a exposição inicial o paciente pode evoluir danos renais e alterações neurológicas, irritabilidade e demais alterações comportamentais que se desenvolvem como resultado da capacidade do mercúrio elementar absorvido de atravessar a barreira hematoencefálica (30). As crianças nem sempre respondem às substâncias químicas da mesma forma que os adultos. Podem ser necessárias diferentes abordagens para gerenciar seus cuidados (30).

Quadro 6: Os sinais e sintomas de intoxicação aguda e subaguda por mercúrio

Sistemas	Efeitos à saúde
Sistema Nervoso 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cefaleia ✓ Confusão mental ✓ Irritabilidade ✓ Tremor ✓ Fraqueza ✓ Rebaixamento de nível de consciência
Sistema Gastrointestinal 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gosto metálico ✓ Sialorréia ✓ Diarreia ✓ Dor abdominal ✓ Náusea e vômitos
Sistema Excretor 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insuficiência renal ✓ Proteinúria ✓ Disfunção tubular temporária ✓ Necrose tubular aguda
Sistema Cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Taquicardia e hipertensão
Sistema Tegumentar 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acrodínia (ou doença rosa- <i>quadro subagudo ou crônico</i>), com erupção cutânea, edema de extremidades, descamação de pele, irritabilidade, fotofobia, insônia, sudorese
Sistema Hematopoiético 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Trombocitopenia (raro)
Sistema Respiratório 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dispneia ✓ Dor torácica ✓ Tosse seca ✓ Pneumonite química intersticial ✓ Edema pulmonar ✓ Atelectasias ✓ Pneumonia necrotizante ✓ Doença pulmonar restritiva




Fonte: Adaptado de ATSDR, 2023.





6.3.5 Sinais e sintomas da intoxicação crônica

A exposição repetida ou contínua a determinadas formas de mercúrio pode resultar em acúmulo no organismo e em efeitos neurológicos duradouros, dependendo da forma química e da via de exposição. A exposição a metilmercúrio a partir da metilação de mercúrio inorgânico também pode levar a sintomas predominantemente neurológicos a partir do consumo de peixes contaminados. A exposição crônica pode ser mais preocupante para as crianças devido ao seu potencial período de latência mais longo (30).

Na década de 1950 no Japão, após o despejo industrial contínuo de mercúrio em corpos d'água, foi descrita uma síndrome neurológica grave causada pela ingestão crônica de metilmercúrio, principalmente por meio do consumo de peixes e frutos do mar contaminados, a doença de Minamata. Clinicamente, caracteriza-se por manifestações neurológicas progressivas, incluindo parestesias distais, ataxia, distúrbios da marcha e da coordenação motora, disartria, tremores, redução do campo visual, déficits cognitivos e alterações sensoriais. Em casos graves, podem ocorrer convulsões, coma e óbito. Na ocasião, milhares de pessoas foram afetadas. Não existe tratamento que reverta o dano neurológico já estabelecido.

Quadro 7: Os sinais e sintomas de intoxicação crônica por mercúrio

Sistemas	Efeitos à saúde
Sistema Nervoso 	<ul style="list-style-type: none">✓ Tremor✓ Alterações de humor✓ Alterações de memória✓ Insônia✓ Eretismo (irritação, ansiedade, tremores, timidez patológica, depressão, alterações de personalidade)✓ Disfunção cognitiva e motora✓ Alterações neuromusculares (fraqueza, atrofia e espasmos musculares)✓ Polineuropatia (parestesias, perda sensorial, hiperreflexia)✓ Crises convulsivas
Sistema Reprodutivo 	<ul style="list-style-type: none">✓ Aumento na incidência de aborto espontâneo✓ Distúrbios menstruais (dismenorreia)
Sistema Endócrino 	<ul style="list-style-type: none">✓ Hiperplasia e sensibilidade gengival, hipertrofia de glândulas salivares

<p>Sistema Excretor</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insuficiência renal por: <ul style="list-style-type: none"> o Síndrome nefrótica o Nefropatia membranosa o Disfunção tubular renal
<p>Sistema Osteomuscular</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Atrofia e espasmos musculares
<p>Sistema Tegumentar</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acrodínia (doença rosa, quadro subagudo ou crônico) com erupção cutânea, edema de extremidades, descamação de pele, irritabilidade, fotofobia, insônia, sudorese.
<p>Sistema Respiratório</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tosse persistente ✓ Redução da função pulmonar ✓ Fibrose intersticial

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2023

6.3.6 Investigação clínica

A exposição ao mercúrio pode ser ambiental, ocupacional ou intencional. A gravidade dos efeitos à saúde depende da forma química do mercúrio, da dose, da via e tempo de exposição, além de características individuais. O diagnóstico das intoxicações pode ser determinado por critérios clínicos, laboratoriais e epidemiológicos (33).

Sugere-se para investigação laboratorial inicial os exames de hemograma, função renal (uréia e creatinina), eletrólitos, exame de urina - EAS, transaminases e gasometria arterial (em casos de inalação). Para pacientes com quadro respiratório agudo sugere-se tomografia de tórax para investigação de pneumonite. Paralelamente, a investigação epidemiológica se baseia na avaliação do histórico de exposição ao mercúrio (tempo, lugar e pessoa) (33).

6.3.7 Marcadores biológicos

O mercúrio pode ser medido no sangue, urina, cabelo ou unhas. No entanto, como a maior parte do mercúrio metálico é excretado na urina, sendo assim a melhor maneira de detectar a exposição crônica ao mercúrio é por meio de testes urinários (29).

Para intoxicações agudas, a dosagem de mercúrio total no sangue pode ser útil, mas possui limitações, uma vez que o nível sérico cai rapidamente após a exposição inicial a mercúrio elementar ou inorgânico. Especialmente nos casos de suspeita de intoxicação por

metilmercúrio a dosagem sérica tem utilidade, uma vez que tal molécula circula predominantemente ligada às hemácias, refletindo de forma mais fiel a exposição recente.

O teste em urina de 24h é ideal para casos de exposição subaguda e crônica a mercúrio metálico e inorgânico. O teste de mercúrio em amostra isolada de urina também pode ser realizado e deve ser corrigido pela creatinina urinária. Para avaliação de intoxicação por metilmercúrio o teste urinário não é o ideal, pois essa forma de mercúrio tem baixa eliminação por via renal. Teste em cabelos e unhas pode ser considerado em casos de exposição crônica, mas a interpretação deve ser cautelosa pelo risco de contaminação externa.

Quadro 8: Biomarcadores do mercúrio

Biomarcadores	
Biomarcadores de exposição	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mercúrio total no sangue (uso limitado, considerar principalmente em suspeita de intoxicação por metilmercúrio) ✓ Dosagem de mercúrio na urina de 24h ou amostra isolada (exposição subaguda e crônica a mercúrio metálico e inorgânico) ✓ Dosagem de mercúrio em cabelos e unhas pode ser considerado em casos de exposição crônica, considerando limitações analíticas (contaminação externa, dificuldade de diferenciar forma química e variabilidades individuais)

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2022

6.3.8 Tratamento

Nota: *Ver Conduas Gerais de Descontaminação no Capítulo 6.1.*

- Quelação: De acordo com a literatura, podem ser usados o BAL, DMPS e DMSA (Succimer) de acordo com a disponibilidade e manifestações clínicas. Estará indicada a quelação nas intoxicações agudas e sintomáticas por mercúrio metálico ou inorgânico. O DMSA apresenta melhor perfil de segurança e disponibilidade em comparação aos demais (34). O Dimercaprol deve ser evitado na intoxicação por metilmercúrio, devido ao risco de redistribuição do metal para o sistema nervoso central. Além disso, a quelação não reverte danos neurológicos estabelecidos nos casos de intoxicação por metilmercúrio, sendo fundamental a interrupção imediata da exposição e o tratamento de suporte.
- Exposição a Vapores: Suporte ventilatório deve ser fornecido aos pacientes que sofreram inalação de vapor de mercúrio. As principais medidas são oxigênio suplementar,

broncodilatadores e exames de imagem para avaliar a extensão do acometimento pulmonar.

- Manejo Crônico: Recomendado o afastamento da fonte, considerando a terapia de quelação em casos selecionados (34).

6.3.9 Valor de referência toxicológico

A dosagem de mercúrio no sangue é mais representativa da exposição ao metilmercúrio, geralmente associado à ingestão alimentar. Por outro lado, a avaliação do mercúrio inorgânico é mais bem realizada por meio da análise urinária. Dessa forma, a interpretação dos níveis de mercúrio deve ser sempre contextualizada quanto de acordo com a espécie química envolvida e a via de exposição.

A especiação do mercúrio não é rotineiramente realizada nos laboratórios clínicos devido à complexidade técnica e ao custo, sendo a dosagem de mercúrio total a mais utilizada. A forma química predominante é inferida a partir da matriz biológica analisada, do histórico de exposição e do quadro clínico apresentado pelo paciente.

O indivíduo com qualquer quantidade de mercúrio no corpo, ainda que não cause danos, é considerado exposto à substância. Os valores mais frequentemente utilizados em programas de biomonitoramento e em documentos de saúde pública derivados de recomendações técnicas e adotados por diferentes países cita que os valores mudam a depender de qual amostra é analisada. Em geral, considera-se como valor de referência a partir de 2-3 $\mu\text{g/g}$ de cabelo, 9-10 $\mu\text{g/L}$ de sangue; e 50 $\mu\text{g/g}$ de creatinina na urina. Alguns países podem considerar valores mais conservadores para amostra urinária. Esses valores ajudam a orientar políticas públicas específicas, de acordo com as especificidades de cada caso de contaminação (35).

É importante ressaltar que estes limites biológicos indicam o limite máximo acima do qual é considerado que existe uma exposição excessiva (28).




6.4 CÁDMIO

O cádmio é um elemento natural da crosta terrestre. Geralmente é encontrado combinado com outros elementos, como oxigênio (óxido de cádmio), cloro (cloreto de cádmio) ou enxofre (sulfato de cádmio, sulfeto de cádmio). Todos os solos e rochas, até mesmo o carvão e os fertilizantes minerais, contêm algum percentual de cádmio. A maior parte do cádmio usado nos Estados Unidos é extraída durante a produção de outros metais, como zinco, chumbo e cobre (36).

6.4.1 Fonte de exposição

O cádmio pode adentrar no solo, água e no ar durante as atividades industriais, mineração, combustão de carvão e resíduos domésticos. Esse metal não se degrada no meio ambiente, mas muda de forma e pode sofrer bioacumulação em organismos vivos, podendo ser fonte de exposição para seres humanos (36). Usado na confecção de baterias, pigmentos, revestimento de metais e plásticos (36, 37).

Quadro 9: Fontes ambientais de exposição ao cádmio

Via de exposição	Contaminação
Água 	✓ As partículas de cádmio do ar podem se depositar na água e no solo.
Ar 	✓ O ar pode estar contaminado por cádmio liberado da fumaça de cigarro e de indústrias. As partículas de cádmio no ar podem viajar longas distâncias.
Terra (Solo) 	✓ As partículas de cádmio do ar se depositam na terra, aderindo-se fortemente às partículas no solo, portanto plantas, peixes e outros animais podem absorvê-lo do meio ambiente.

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2012

6.4.2 Prevenção

Segundo o Centro de Controle e Prevenção de Doenças as ações de prevenção à exposição ao cádmio devem ser implementadas, a fim de conter a contaminação, seguindo as seguintes orientações abaixo (36):

O uso de baterias de cádmio é atualmente restrito a aplicações industriais e realizar o descarte de maneira adequada é essencial. Atualmente, essas baterias têm sido substituídas pelas baterias de lítio, reduzindo de forma importante o risco de intoxicação por cádmio.

Se o indivíduo trabalha com cádmio, deve tomar todas as precauções de segurança necessárias para evitar levar para casa poeira contendo cádmio do trabalho em roupas, pele, cabelo ou ferramentas. Orientar a lavagem das mãos a fim de evitar contaminação através da fuligem e poeira contaminadas pelo cádmio.




6.4.3 Efeitos à saúde





Dependendo da via de exposição, o cádmio apresenta taxas diferentes de absorção e efeitos variados sobre a saúde. O cádmio é um metal com propriedades cumulativas. Seus níveis no corpo aumentam com o tempo devido à sua lenta eliminação (38). A inalação de fumos metálicos contendo cádmio ou a ingestão diretamente deste metal, pode levar a quadros de intoxicação aguda, marcada por sintomas respiratórios e gastrointestinais (evento raro). Já os casos de intoxicação crônica, em geral são decorrentes de longas exposições em contexto ocupacional ou acidental gerando consequências na função renal, ossos e trato respiratório.

Segundo a IARC, a exposição ao cádmio e seus compostos são classificados como Grupo 1, sendo considerados carcinogênicos para humanos. Essa associação se dá principalmente com câncer de pulmão.

6.4.4 Sinais e sintomas de intoxicação aguda

Quadro 10: Os sinais e sintomas de intoxicação aguda e subaguda por cádmio






Sistemas	Efeitos à saúde
Sistema Nervoso 	✓ Rebaixamento de sensório indiretamente, em consequência de hipóxia
Sistema Gastrointestinal 	✓ Diarreia ✓ Náuseas e vômitos ✓ Lesão hepática
Sistema Excretor 	✓ Disfunção renal com danos tubulares e glomerulares ✓ Proteinúria.




<p>Sistema Osteomuscular</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mialgias
<p>Sistema Hematopoiético</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Anemia de provável etiologia hemolítica
<p>Sistema Respiratório</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pneumonite química ✓ Broncoespasmo ✓ Dor torácica ✓ Dispneia ✓ Tosse e hemoptise ✓ Síndrome do desconforto respiratório agudo (SARA) ✓ Hemorragia intra-alveolar ✓ Edema pulmonar
<p>Sistema Sensorial</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Febre

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2008.

6.4.5 Sinais e sintomas de intoxicação crônica

Quadro 11: Os sinais e sintomas de intoxicação crônica

Sistemas	Efeitos à saúde
<p>Sistema Nervoso</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cefaléia ✓ Fadiga ✓ Lentificação psicomotora
<p>Sistema Gastrointestinal</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Redução da absorção de cálcio pelo trato gastrointestinal ✓ Danos hepáticos
<p>Sistema Excretor</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diminuição da TFG (Taxa de Filtração Glomerular) ✓ Insuficiência renal crônica com aminoacidúria, glicosúria, hipercalcúria, hiperfosfatúria, poliúria, proteinúria e acidose metabólica
<p>Sistema Cardiovascular</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hipertensão
<p>Sistema Osteomuscular</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fragilidade óssea levando a osteoporose ✓ Osteomalácia ✓ Fraturas patológicas

<p>Sistema Hematopoiético</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Anemia leve
<p>Sistema Respiratório</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rinite crónica ✓ Bronquite ✓ Doença pulmonar obstrutiva crônica
<p>Sistema Sensorial</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Destruição do epitélio olfativo com subsequente anosmia

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2008, 2023

6.4.6 Investigação clínica

A gravidade dos efeitos do cádmio à saúde depende da dose, da via e tempo de exposição, além de características individuais. O diagnóstico das intoxicações pode ser determinado por critérios clínicos, laboratoriais e epidemiológicos (33).

Sugere-se a realização de hemograma, função hepática e renal, além de gasometria quando alterações respiratórias estiverem presentes. A dosagem de cálcio é necessária em pacientes com suspeita de intoxicação crônica. Tomografia computadorizada de tórax ou radiografia, podem ser necessários em pacientes agudamente sintomáticos com desconforto respiratório e inalação importante de fumaça contendo cádmio.

Em casos de complicações renais, o paciente deve ser encaminhado ao nefrologista. Um conjunto de radiografias esqueléticas e outros exames complementares podem ser solicitados se houver suspeita de osteomalácia, osteopenia e/ou fraturas esqueléticas (38).

6.4.7 Marcadores biológicos

A detecção da exposição ao cádmio pode ser avaliada a partir da medida no sangue, urina, cabelo e unhas. Foi demonstrado que o nível de cádmio na urina reflete com precisão a quantidade de cádmio no corpo, refletindo tanto a exposição recente como a exposição passada (36). MTN e β 2- microglobulina urinária pode estar correlacionada com a exposição a longo prazo ao cádmio, porém são exames pouco acessíveis (38).

Quadro 12: Biomarcadores de exposição ao cádmio

Biomarcadores	Descrição
Cádmio Urinário	✓ Pode ser realizado em amostra isolada com correção para creatinina urinária ou em urina de 24h
Cádmio Sanguíneo	✓ Uso limitado, geralmente não recomendado
β2-microglobulina urinária	✓ Encontrada em quantidades aumentadas na urina de pacientes com exposição prolongada ao cádmio e é considerada um indicador sensível de lesão tubular induzida por cádmio
Proteína de ligação ao retinol urinário (RBP)	✓ RBP é uma proteína de baixo peso molecular encontrada na urina após exposição crônica ao cádmio.
Metalotioneína urinária (MTN)	✓ Os valores de Metalotioneína correlacionam-se bem com os níveis urinários de cádmio e podem refletir a carga corporal total de cádmio, especialmente em exposições crônicas

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2023

6.4.8 Tratamento

Nota: *Ver Condutas Gerais de Descontaminação no Capítulo 6.1.*

- **Quelação:** Além da terapia de suporte geral, não existem métodos específicos (antídotos) disponíveis. Embora vários agentes quelantes tenham sido experimentados em animais, não foi verificado nenhum com resultados promissores em humanos.
- **Suporte Respiratório (Inalação):** A base do tratamento para inalação é o suporte, incluindo reposição de fluidos, oxigênio suplementar e ventilação mecânica em casos graves de pneumonite química (38).
- **Prevenção de Exposição Adicional:** Para vítimas crônicas, a intervenção mais importante é prevenir maior exposição: melhorar ventilação (exaustores, janelas abertas) e usar EPIs adequados- respiradores com filtros químicos classe P3 ou para vapores metálicos, conforme NR-6 e NR-15 (39, 40, 41)

6.4.9 Valor de referência toxicológico

O valor de referência usualmente citado em estudos internacionais de biomonitoramento varia entre 0,5-2 µg/g de creatinina (em amostra de urina) (27). É importante ressaltar que os exames avaliam isoladamente uma exposição e não uma intoxicação, que só pode ser assim considerada após avaliação clínica e realização de mais análises para definir o diagnóstico. Estes limites biológicos indicam o limite máximo acima do qual é considerado que existe uma exposição excessiva (28).

6.5 MANGANÊS

O manganês é essencial para o funcionamento fisiológico normal em humanos e animais. Tem papel crítico no metabolismo energético, nas funções do sistema imunológico e do sistema nervoso. Na dieta humana as necessidades diárias são de 1 –3 mg por dia, variando entre homens e mulheres, com referências citando limite máximo tolerado de até 10 mg por dia (42). Apesar de ser considerado um micronutriente essencial a algumas funções orgânicas, a exposição excessiva e de forma crônica, pode resultar em efeitos tóxicos.

É encontrado naturalmente no meio ambiente, e está presente em diversos tipos de rochas e solos (43).

O manganês puro é prateado e combina com outras substâncias como oxigênio, cloro e enxofre. Pode combinar com o carbono e formar outros compostos orgânicos comuns, como: pesticidas, manebe ou mancozebe, MMT (um aditivo de combustível em algumas gasolinas) (42).

6.5.1 Fonte de exposição

A principal forma de exposição ao manganês é pela ingestão de alimentos ou suplementos nutricionais que contenham manganês. Os vegetarianos que consomem alimentos ricos em manganês, como grãos, feijões e nozes, bem como os que bebem muito chá, podem ter uma ingestão maior de manganês do que a média (44).

O manganês está rotineiramente contido em águas subterrâneas, água para consumo humano e solo em níveis baixos. Beber água contendo manganês, nadar ou tomar banho em água contendo manganês pode expô-lo a baixos níveis desta substância química (44).

Outra via de exposição é pela inalação, que ocorre devido a atividades ocupacionais desenvolvidas em indústrias ou fabricas que utilizam produtos que contenham manganês, como por exemplo atividades de mineração, escapamento de automóveis e fabricação de aço. Certas ocupações ou estilo de vida, como soldar, fumar tabaco ou inalar o fumo passivo também contribuem para uma exposição em níveis variados ao manganês (42).

6.5.2 Prevenção

Apresentamos as seguintes informações referentes à redução do risco de exposição ao manganês (45):

Evite a inalação de manganês no trabalho, altos níveis de manganês no ar são observados em certos ambientes ocupacionais, como fábricas de aço ou áreas de soldagem. Deve-se tomar precauções para evitar a inalação de manganês usando uma máscara apropriada (máscara/respirador com filtros) para limitar a quantidade de manganês inalado.

Trabalhadores expostos a altos níveis de manganês no ar em certos ambientes ocupacionais podem acumular poeira de manganês em suas roupas de trabalho. Assim, essas roupas contaminadas devem ser retiradas antes de entrar no veículo de transporte ou em casa para ajudar a reduzir o risco de exposição.

É improvável que as crianças sejam expostas a quantidades prejudiciais de manganês na dieta. No entanto, quantidades superiores aos habituais de manganês podem ser absorvidas se a dieta for pobre em ferro. É importante fornecer às crianças uma dieta bem equilibrada (42).

Embora a água proveniente do serviço público de abastecimento e a água engarrafada geralmente contenham níveis seguros de manganês, a água subterrânea às vezes pode estar contaminada com níveis suficientemente elevados de manganês para criar um potencial efeito prejudicial à saúde. Se a água para consumo humano for obtida de uma fonte de água subterrânea, é aconselhável verificar a quantidade de manganês na água para garantir que o padrão de potabilidade está sendo respeitado (42).







6.5.3 Efeitos à saúde

A intoxicação aguda por manganês é rara e ocorre geralmente após exposição intensa e de curta duração, quase sempre relacionada a inalação de altas concentrações de poeiras ou fumos contendo manganês. Em geral, esses incidentes estão relacionados ao meio ocupacional e predominam manifestações clínicas respiratórias como irritação das vias aéreas, dispneia, tosse e pneumonite química. Por outro lado, na intoxicação crônica, predominam efeitos neurológicos pela deposição progressiva do metal no sistema nervoso

central. Os sintomas crônicos podem se desenvolver mais comumente após longas exposições por via inalatória em ambiente ocupacional e menos frequentemente por meio de ingestão de água ou alimentos contaminadas. O sistema nervoso central é o alvo primário da toxicidade de manganês. Isto acontece devido à sua meia-vida consideravelmente mais longa no cérebro, podendo se acumular neste local em casos de absorção excessiva. Os mecanismos de ação exatos deste metal ainda não foram completamente esclarecidos (46).

O Manganês é classificado como grupo 3 pela IARC, não havendo evidências suficientes até o momento de que este metal cause câncer em humanos.

Quadro 13: Efeitos à saúde por intoxicação ao manganês

Sistemas	Efeitos à saúde
Sistema Nervoso 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insônia ✓ Confusão mental ✓ Apatia ✓ Ansiedade, irritabilidade, labilidade emocional ✓ Bradicinesia ✓ Rigidez muscular ✓ Distúrbios da marcha ✓ Tremor ✓ Hipomímia facial
Sistema Gastrointestinal 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dor abdominal ✓ Náusea ✓ Vômito
Sistema Excretor 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lesão renal
Sistema Cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dor torácica
Sistema Osteomuscular 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Astenia ✓ Dor lombar ✓ Fraqueza generalizada
Sistema Respiratório 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tosse ✓ Broncoespasmo ✓ Dispneia ✓ Pneumonite química ✓ Febre da fumaça do metal;

Fonte: Adaptado de NIOSH, 2019 e NIOSH, 2003

6.5.4 Sinais e sintomas de intoxicação aguda

A exposição aguda ou intermediária através da inalação de altas concentrações de poeiras contaminadas com manganês pode levar a sintomas respiratórios, com uma resposta

inflamatória pulmonar que promove maior susceptibilidade a infecções, principalmente bronquites (47).

6.5.5 Sinais e sintomas de intoxicação crônica

Na exposição crônica, os sintomas têm aparecimento lento e progressivo, após meses ou anos de exposição, com manifestações clínicas principalmente associadas à neurotoxicidade. Este quadro clínico é conhecido como Manganismo e apresenta três estágios (48):

- No primeiro estágio (meses a anos), predominam sintomas prodrômicos inespecíficos, mal-estar, sonolência, apatia, labilidade emocional, disfunção sexual, fraqueza, letargia, anorexia e dores de cabeça.
- O segundo estágio (a partir de dois anos) é marcado por distúrbios neuropsiquiátricos, incluindo déficit de memória, ansiedade, agressividade e, às vezes, manifestações psicóticas.
- O terceiro estágio (a partir de cinco anos) caracteriza-se por comprometimento motor progressivo, com bradicinesia, distonia axial, disartria, paresia, distúrbios da marcha, rigidez em roda dentada, tremor de intenção e coordenação prejudicada, quadro caracterizado como parkinsonismo induzido pelo manganês.

O parkinsonismo induzido pelo manganês e a Doença de Parkinson possuem sinais e sintomas semelhantes, como a presença de bradicinesia e rigidez generalizada. Apesar disso, diferentemente da doença de Parkinson, o manganismo apresenta menor resposta à levodopa e maior comprometimento axial e postural. (49).

6.5.6 Investigação clínica

O diagnóstico de um paciente intoxicado cronicamente por manganês pode ser um desafio devido a suas semelhanças clínicas com outras condições clínicas (49). É importante lembrar que há casos iniciais onde a sintomatologia não será tão exuberante, mas um exame clínico-ocupacional cuidadoso e com ênfase nos aspectos neurológicos, levará ao diagnóstico (49).

Na presença de história clínica e sinais e sintomas que possam sugerir a presença de neurotoxicidade induzida pelo manganês, deverá ser consultado um médico toxicologista e um neurologista para avaliação complementar e de diagnósticos diferenciais (48).

Como exames laboratoriais iniciais na investigação, sugere-se a realização de: Hemograma, função hepática (transaminases, gama-gt, fosfatas alcalina, bilirrubina total e frações), função renal, perfil de ferro (ferro, ferritina, TIBC) e eletrólitos (sódio, potássio, magnésio, cloro). Em casos com predomínio de sintomas respiratórios (quadros agudos), realizar também gasometria arterial. Ressonância magnética de crânio na presença de sintomas neurológicos pode auxiliar no diagnóstico. O principal achado é a hiperintensidade de sinal simétrica em T1 nos núcleos da base, especialmente no globo pálido, atrelado a ausência de alterações estruturais degenerativas.

6.5.7 Marcadores biológicos

O manganês pode ser medido no sangue total, sendo marcador de exposição recente, aumentando principalmente em quadros agudos, que são mais raros.

O manganês urinário tem pouca relevância na prática clínica, uma vez que não reflete de forma confiável a carga corporal total. Além disso, tem excreção predominantemente por via biliar, podendo estar normal em casos de intoxicação crônica (diferentemente de análise urinária vista para os metais estudados até agora). Os níveis desse metal no cabelo e nas unhas servem como biomarcadores de exposição ocupacional e ambiental e devem ser interpretados com cautela. (44,47).

6.5.8 Tratamento

Nota: *Ver Condutas Gerais de Descontaminação no Capítulo 6.1.*

As intervenções terapêuticas para a intoxicação por manganês priorizam a redução da carga sistêmica do metal e a interrupção da progressão da doença, embora a reversibilidade dos danos neurológicos crônicos permaneça limitada (50):

- Quelação: A terapia pode utilizar EDTA e o PAS.

- ✓ EDTA: Tem demonstrado eficácia na redução dos níveis sanguíneos e promoção da excreção urinária. Impede a entrada adicional de manganês no sistema nervoso central, mas parece não reverter inteiramente os efeitos prejudiciais em toxicidade avançada. Sua disponibilidade é limitada no Brasil
 - ✓ PAS: Pode se ligar ao manganês, porém sua disponibilidade também é limitada.
 - ✓ Outros quelantes como DMSA tem baixa afinidade pelo manganês e não estão indicados.
-
- Terapias Complementares: Suplementação de ferro, vitamina E e antioxidantes (glutathiona, N-acetilcisteína) têm sido exploradas, mas carecem de evidências robustas e não se recomenda o uso de rotina.
 - A resposta à Levodopa é fraca, mas pode ser usada quando ainda não há etiologia definida para o parkinsonismo.
 - Prognóstico: Apesar dos avanços, ainda não há cura para o parkinsonismo induzido por manganês.

6.5.9 Valor de referência toxicológico

O Manganês pode ser medido no sangue total com valores de referência variando entre 4-15 µg/L e na urina com valores variando entre 1-3 µg/L (48). Como o manganês está normalmente presente no corpo, alguma quantidade é sempre encontrada no sangue ou na urina. A dosagem em cabelo não está indicada rotineiramente, uma vez que os valores de referência podem variar muito e sofrer influência de contaminação externa.

É importante ressaltar que os exames avaliam isoladamente uma exposição e não uma intoxicação, que só pode ser assim considerada após avaliação clínica e realização de mais análises para definir o diagnóstico. Estes limites biológicos indicam o limite máximo acima do qual é considerado que existe uma exposição excessiva (28).

6.6 CHUMBO

O chumbo é um metal cinza-azulado, encontrado em pequenas quantidades na crosta terrestre, geralmente associado a minérios, principalmente àqueles que contêm zinco (51). É um elemento tóxico não essencial que se acumula no organismo e pode afetar diversos órgãos e sistemas. A toxicidade do chumbo ocorre principalmente porque ele interfere no funcionamento das membranas celulares e das enzimas, ligando-se de forma estável a componentes essenciais das células. Essa ligação impede que enzimas e outras proteínas desempenhem suas funções normais (52).

O uso generalizado do chumbo, particularmente no século XX, resultou em extensa contaminação ambiental, exposição humana e problemas significativos de saúde pública em muitas partes do mundo (53). Importantes fontes de contaminação ambiental provêm das atividades de mineração, fundição, fabricação e reciclagem e do uso em uma ampla gama de produtos (gasolinas, tintas, tubulações, baterias dentre outros) (53).

A OMS estima que a exposição ao chumbo seja responsável por 21,7 milhões de anos perdidos por incapacidade e morte em todo o mundo devido a efeitos de longo prazo na saúde, incluindo 30% da carga global de deficiência intelectual idiopática, 4,6% da carga global de doenças cardiovasculares e 3% da carga global de doenças renais crônicas (54).

A exposição ao chumbo é especialmente prejudicial para crianças pequenas e mulheres em idade fértil. Na gestação, o chumbo armazenado nos ossos da mãe pode ser liberado para o sangue e atravessar a placenta, expondo o feto ao metal (54).




O chumbo é absorvido pelo corpo depois que partículas finas ou fumos são inaladas, ou depois que compostos solúveis de chumbo são ingeridos. A absorção do chumbo ingerido pode ser até cinco vezes maior em crianças do que em adultos e ainda maior quando a ingestão de minerais dietéticos é deficiente. No sangue, o chumbo absorvido é ligado aos eritrócitos e, em seguida, é distribuído para vários tecidos moles e para os ossos. Em adultos, aproximadamente 90% da carga corporal total de chumbo encontra-se armazenada no tecido ósseo, que atua como um importante reservatório deste metal (55).

6.6.1 Fonte de exposição

As principais fontes de exposição ao chumbo incluem a inalação de partículas de chumbo geradas pela combustão de materiais e ingestão de poeiras contaminadas com chumbo. A exposição ocupacional permanece relevante em atividades como mineração, fundição, metalurgia, soldagem, construção civil, e em estandes de tiro, no manuseio de munições.

Embora a fabricação de materiais como canos de chumbo, tintas e recipientes de armazenamento tenha sido amplamente descontinuada, produtos antigos, artesanais ou importados ainda representam fontes potenciais de exposição, depositando chumbo em água de canos de chumbo ou em alimentos que sejam armazenados em recipientes fabricados com chumbo (53).

Quadro 14: Fonte ambientais de exposição ao chumbo

Via de exposição	Contaminação
Água 	✓ Ingestão de água ou de produtos contaminados com chumbo. Exemplos são tubulações contendo chumbo e água contaminada por atividades minerárias.
Ar 	✓ Inalação de fumaça ou poeira contaminada com chumbo, especialmente em regiões próximas a atividades minerárias
Terra (Solo) 	✓ Indivíduos podem ser expostos a partículas de solo contaminadas com chumbo no consumo de frutas e vegetais cultivados em solo contaminado.

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2020 e CDC, 2024

6.6.2 Prevenção

Utilizar apenas água proveniente de sistemas de abastecimento seguros e certificados. Para canos e tubulações contendo chumbo, recomenda-se uso da água em temperatura fria, uma vez que a água quente tende a dissolver maiores quantidades de chumbo provenientes de canos, conexões ou soldas antigas.

6.6.3 Efeitos à saúde

Os efeitos biológicos do chumbo são semelhantes em qualquer que seja a rota de entrada, inalação ou ingestão, causando interferência no funcionamento normal da célula e em inúmeros processos fisiológicos (56).







A intoxicação aguda por chumbo é rara e ocorre após exposição intensa em curto período de tempo. As principais circunstâncias relacionadas ao quadro agudo envolvem a inalação de fumos e poeiras contendo chumbo em ambientes industriais ou ingestão acidental de grandes quantidades, como em solos contaminados com altas concentrações de chumbo. A ingestão intencional de sais de chumbo é raríssima.

A intoxicação crônica por chumbo resulta da exposição contínua e repetida a baixas doses ao longo de meses ou anos, sendo a forma mais frequente na prática clínica. As fontes de exposição geralmente advêm de contaminação ambiental ou em circunstância ocupacional. As principais manifestações são neuropsiquiátricas, podendo variar desde irritabilidade até quadros graves de alteração do nível de consciência. Os sintomas gastrointestinais também estão presentes como alteração no hábito intestinal, vômitos e dor abdominal conhecida como cólica saturnina. Os mecanismos fisiopatológicos que levam ao surgimento dos efeitos neurotóxicos do chumbo não são bem conhecidos.

Existe diferença de susceptibilidade entre crianças e adultos, sendo as crianças mais vulneráveis aos efeitos deste metal. Atenção especial deve ser dada a possíveis efeitos neurotóxicos do chumbo nas crianças, especialmente naquelas com alterações de comportamento. Na população adulta, deve-se avaliar também a possibilidade de ocorrência de efeitos cardiovasculares do chumbo, incluindo o desenvolvimento de hipertensão (56). Pode haver exposição intraútero, caso a mãe tenha chumbo em seu organismo (57).





Segundo a IARC, o chumbo e seus compostos são classificados no grupo 2A, sendo provavelmente carcinogênicos para humanos. Há evidências limitadas associadas ao câncer de pulmão e rins.


Quadro 15: Efeitos à saúde na intoxicação pelo chumbo

Sistemas	Efeitos à saúde
Sistema Nervoso 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Irritabilidade, cefaléia, labilidade emocional, ansiedade, depressão ✓ Alterações cognitivas e neurosensoriais ✓ Encefalopatia ✓ Alteração de neurodesenvolvimento em crianças ✓ Neuropatia periférica ✓ Crises Convulsivas
Sistema Gastrointestinal 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cólica saturnina (dor abdominal intensa, em cólica desproporcional ao exame físico) ✓ Linha azulada nas gengivas (linhas de Burton) - Indica tempo de exposição e não aparece em quadros agudos recentes
Sistema Reprodutivo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nos homens, alterações na morfologia e na contagem do esperma ✓ Nas mulheres, atravessa a barreira placentária, causando danos ao feto. Aumento do risco de nascimento prematuro, baixo peso e baixa estatura ao nascer, mesmo na exposição a níveis baixos de chumbo.
Sistema Endócrino 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Interfere na conversão da vitamina D em 1,25-dihidroxitamina D reduzindo seus níveis
Sistema Excretor 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disfunção tubular renal ✓ Nefropatia intersticial ✓ Doença renal progressiva ✓ Gota saturnínica, consequência da função tubular reduzida e hiperuricemia.
Sistema Cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lesões cardíacas, Hipertensão

Fonte: Adaptado de Moreira FR, Moreira JC, 2004; ATSDR, 2020; CDC, 2024 e SESAB, 2010.

Quadro 16: Efeitos à saúde da criança na intoxicação pelo chumbo

Sistemas	Efeitos à saúde
Sistema Nervoso 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Danos ao desenvolvimento neuropsicomotor ✓ Distúrbios comportamentais ✓ Crises convulsivas
Sistema Endócrino 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crescimento e desenvolvimento desacelerados
Sistema Excretor 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disfunção renal
Sistema Cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hipertensão

Sistema auditivo e fala 	✓ Distúrbios de audição e fala
---	--------------------------------

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2020; CDC, 2024 e SESAB, 2010.

6.6.4 Investigação Clínica

O diagnóstico deve envolver avaliação cuidadosa da história clínica, exame físico e exames laboratoriais. Os sintomas podem ser semelhantes à outras condições clínicas, estando o diagnóstico final condicionado a história ambiental ou ocupacional compatíveis.

Sugere-se como exames iniciais em casos suspeitos: Hemograma, função renal, função hepática, eletrólitos (sódio, potássio, magnésio e cálcio), perfil do ferro (ferro sérico, ferritina, índice de saturação de transferrina, capacidade total de ligação do ferro) e exame de urina. Pode ser necessário investigação mais minuciosa da anemia, com provas de hemólise, dosagem de B12 e ácido fólico, a fim de excluir outras causas relacionadas ao desenvolvimento ou até mesmo sobrepostas à anemia instalada.

A anemia na intoxicação por chumbo, não está necessariamente associada com deficiência de ferro. Geralmente, é de leve a moderada em adultos e, algumas vezes, é severa em crianças. Os desvios hematológicos que levam à anemia pelo chumbo são considerados como resultado de sua ação tóxica sobre as células vermelhas e eritropoiéticas na medula óssea. (52). O diagnóstico de função renal alterada ou doença renal induzida por chumbo é difícil, uma vez que não há indicadores específicos (52).

A correlação entre a carga corporal de chumbo e os efeitos sobre o sistema nervoso central não é plenamente conhecida. Encefalopatia aguda se desenvolve somente após doses maciças e é rara quando os níveis séricos de chumbo estão abaixo de 100 µg/dL. A dosagem sanguínea do chumbo é o método preferido para avaliar a exposição ao chumbo e seus efeitos na saúde humana.

6.6.5 Marcadores Biológicos

Quadro 17: Biomarcadores do chumbo

Biomarcadores de exposição	<ul style="list-style-type: none">✓ Nível sérico de chumbo (plumbemia) - Útil na avaliação de quadros agudos e crônicos para fins de monitoramento✓ Zinco-protoporfirina (ZPP) / Protoporfirina eritrocitária (EP) - Podem ser úteis em quadros crônicos (pouco disponíveis)✓ Dosagem urinária de chumbo não reflete bem os níveis corporais, não sendo exame indicado rotineiramente✓ Dosagem de chumbo em cabelos e unhas não é marcador confiável pois pode refletir contaminação externa importante.
----------------------------	---

Fonte: Adaptado de ATSDR, 2020.

6.6.6 Tratamento

Nota: *Ver Condutas Gerais de Descontaminação no Capítulo 6.1.*

- Quelação: Indicada em casos com manifestações clínicas evidentes ou sinais laboratoriais de toxicidade, com altos níveis de chumbo no sangue. A quelação no chumbo é guiada por gravidade clínica e níveis sanguíneos, não apenas pelo tempo de exposição (podendo ser indicada em quadros agudos ou crônicos). Não há evidências robustas de que a quelação reverta totalmente déficits neurocognitivos já estabelecidos e também não está indicada em pacientes oligo ou assintomáticos.
- O objetivo da quelação é reduzir níveis no sangue e tecidos moles, mas geralmente não remove o chumbo depositado nos ossos.
 - A decisão pelo uso de agentes quelantes deve considerar a disponibilidade dos agentes, a gravidade dos sintomas e a relação entre os benefícios e os possíveis efeitos adversos.
 - Os quelantes mais utilizados são o EDTA (quelante de escolha nas intoxicações graves) em associação ou não com o Dimercaprol e o DMSA (58). O DMSA é seguro em adultos e com menor perfil de eventos adversos. Geralmente, sua disponibilidade é maior em comparação aos outros quelantes.
 - Recomendações específicas sobre a escolha do agente, dosagem e administração devem ser feitas sob a supervisão de um especialista em medicina ocupacional e ambiental e/ou um médico toxicologista.

• **População Pediátrica:** Crianças menores de seis anos apresentam maior risco de exposição ao chumbo. Isso ocorre porque seus corpos estão se desenvolvendo rapidamente e mais suscetíveis a absorver chumbo se expostos (59). Se os níveis de chumbo no sangue estiverem acima do valor de referência, o médico pode recomendar serviços de acompanhamento que envolvam a identificação e remoção da fonte de exposição no ambiente da criança, além da orientação para uma dieta rica em ferro e cálcio. A detecção precoce é essencial para minimizar efeitos adversos a longo prazo (56). Se uma criança tem níveis muito altos de chumbo no sangue, os profissionais de saúde podem recomendar outros tipos de teste e tratamento para remover parte do chumbo do sangue, inclusive a terapia quelante (56).

6.6.7 Valor de Referência Toxicológico

Segundo a OMS, não há nível seguro de exposição ao chumbo. Mesmo concentrações baixas estão associadas a efeitos adversos, especialmente em crianças. Os parâmetros de intoxicação por chumbo variam entre crianças e adultos (60). É importante ressaltar que os exames avaliam isoladamente uma exposição e não uma intoxicação, que só pode ser assim considerada após avaliação clínica, laboratorial e epidemiológica minuciosa. Segundo a ATSDR, um nível sérico de chumbo $\geq 3,5 - 5 \mu\text{g/dL}$ em crianças e $\geq 10 \mu\text{g/dL}$ em adultos já pode resultar em efeitos adversos. Níveis acima de $\geq 40-50 \mu\text{g/dL}$ podem gerar toxicidade importante e acima de $\geq 70 \mu\text{g/dL}$ configura-se emergência médica. Esses valores podem variar de acordo com a referência e pode ser diferente para análise de exposições ocupacionais (60).

A OMS desenvolveu diretrizes sobre o manejo clínico da exposição ao chumbo e recomenda que, para um indivíduo com uma concentração sanguínea de chumbo $\geq 5 \mu\text{g/dL}$, deve(m) ser identificada(s) a(s) fonte(s) de exposição ao chumbo e tomadas medidas apropriadas para reduzir e encerrar a exposição (61).

7 ATUAÇÃO DA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE (APS) NO CONTEXTO DE RISCO AMBIENTAL EM ÁREAS MINERÁRIAS

A APS constitui a principal porta de entrada e o centro de comunicação da RAS, atuando no território como coordenadora do cuidado e ordenadora das ações e serviços (62). Seu principal objetivo é desenvolver uma atenção integral, contínua e organizada, com impacto positivo na saúde e autonomia das pessoas, bem como nos determinantes e condicionantes de saúde da coletividade. Para isso, a APS é orientada pelos princípios da universalidade, equidade e integralidade (62).

Em contextos de adversidades ambientais, como a presença de atividades minerárias, a APS tem um papel fundamental na identificação de situações de risco em seu território, promovendo a atuação intra e intersetorial para eliminar ou reduzir os riscos à saúde das populações relacionadas (63).

Por constituir o primeiro ponto de contato dos usuários com o SUS, a APS desempenha papel estratégico na identificação precoce de indivíduos potencialmente expostos, especialmente por seu conhecimento aprofundado do território, das condições de moradia, do ambiente domiciliar e das atividades laborais e comunitárias, favorecendo o reconhecimento de exposições ambientais muitas vezes invisíveis aos demais níveis de atenção.

7.1 COMPETÊNCIAS E DIRETRIZES PARA O PROCESSO DE TRABALHO

Diante da presença de atividades minerárias no território, a equipe de APS deve realizar um diagnóstico situacional específico que considere os impactos ambientais e sociais, identificando populações vulneráveis, mapeando riscos à saúde, definindo medidas de atendimento e estabelecendo fluxos claros para encaminhamentos além de planos de contingência.

7.1.1 Marco Regulatório e Pilares de Atuação

A organização do processo de trabalho e as diretrizes para assistência a estas populações no âmbito do SUS/MG são citadas na Resolução SES-MG nº 9113, de 07 de novembro de 2023, que orienta a resposta do SUS/MG frente à exposição da população a contaminantes relacionados à mineração, com foco em vigilância em saúde. (64). Para garantir a efetividade dessas ações, a atuação das equipes deve ser pautada nos seguintes pilares:

- **Vigilância em Saúde:** Integração entre assistência e vigilância (Ambiental e do Trabalhador) para detectar e notificar agravos precocemente.
- **Territorialização:** Mapeamento contínuo de áreas vulneráveis e populações expostas.
- **Cuidado Longitudinal:** Acompanhamento contínuo das famílias, com foco na prevenção e no manejo de condições crônicas e agudas decorrentes da exposição.
- **Equidade:** Atendimento qualificado e sensível às especificidades de grupos em situação de vulnerabilidade.

7.1.2 Diretrizes operacionais e equipes multiprofissionais

Complementarmente, as diretrizes fundamentais para o funcionamento da APS, incluindo as equipes multiprofissionais envolvem (64, 65):

- **Práticas Integradas:** Realizar práticas de assistência, prevenção, promoção da saúde, vigilância e formação em saúde.
- **Fortalecimento da Vigilância:** Fortificar ações com a Vigilância em Saúde, especialmente a Ambiental e Laboratorial.
- **Capacitação:** Realizar capacitações das equipes quanto à assistência à saúde das populações expostas ou potencialmente expostas.
- **Acesso e Vínculo:** Possibilitar o acesso aos serviços como porta de entrada preferencial, acolhendo, promovendo a vinculação e corresponsabilização pela atenção e qualificando a diretriz de longitudinalidade do cuidado.

- **Atuação no Território:** Realizar visitas domiciliares, atendimento à população exposta e potencialmente exposta e família, quando necessário; apoiar a identificação precoce das áreas de risco.
- **Interprofissionalidade e Intersetorialidade:** Facilitar o acesso aos cuidados por meio do trabalho colaborativo e favorecer os atributos da APS por meio de atuações intersetoriais, permitindo a comunicação e articulação com a RAS e outros setores, o que contribui para a continuidade de fluxos assistenciais.
- **Gestão de Risco e Vulnerabilidade:** Implantar estratégias de acolhimento, classificação de risco e análise de vulnerabilidade, reduzindo fatores de risco e realizando monitoramento para acompanhamento dos agravos à saúde.
- **Ações Prioritárias das equipes multiprofissionais:** Realizar atendimento individual, em grupo e domiciliar; atividades coletivas; apoio matricial; discussões de casos; atendimento compartilhado; ações à distância; construção conjunta de projetos terapêuticos e práticas intersetoriais.

7.2 MAPEAMENTO, CADASTRO E MONITORAMENTO LONGITUDINAL

Esta seção detalha as etapas de territorialização e gestão de risco, focando na identificação e no acompanhamento contínuo de populações afetadas.

7.2.1 Cadastro Específico e Estratificação de Risco

Os profissionais de saúde devem cadastrar, vincular e monitorar usuários potencialmente expostos aos minerais pesados, que residem em áreas minerárias colhendo dados que permitirão identificar a exposição.

- **Dados de Identificação:** idade, sexo, raça/cor, gênero, local de moradia, trabalho/ocupação, tempo de residência e se pertence a alguma população específica (conforme lista detalhada no item 7.3.1).

- **Registro e Análise:** histórico de doenças possivelmente relacionadas à exposição metais pesados, e presença de outras comorbidades. Manter os cadastros individuais e familiares atualizados no sistema e-SUS APS, a fim de subsidiar o monitoramento contínuo das condições de saúde dessas famílias.
- **Estratificação de Risco:** Utilizar de critérios clínicos, sociais, econômicos e familiares para identificar subgrupos populacionais de acordo com a complexidade da condição crônica de saúde. Essa abordagem visa individualizar o cuidado clínico e definir os fluxos adequados dentro da RAS.
- **Monitoramento Contínuo:** Realizar o monitoramento das condições crônicas de forma longitudinal e interdisciplinar, assegurando o acompanhamento contínuo dos pacientes com queixas relacionadas à exposição a substâncias químicas. Realizar visitas domiciliares para atualizar periodicamente os dados e identificar alterações nos fatores de risco ou na saúde dos moradores.

7.2.2 Notificação e Referência para Especialidades

- **Notificação Epidemiológica:** Em casos suspeitos de intoxicação por metais pesados, a notificação epidemiológica deve ser realizada conforme normativa, sendo uma ferramenta essencial para a saúde pública, o monitoramento e o acompanhamento dos expostos. Se houver suspeita de relação com o ambiente de trabalho, o usuário deve ser referenciado à saúde do trabalhador para acompanhamento e a notificação deve ser atualizada se o diagnóstico for confirmado.
- **Encaminhamento na RAS:** Os profissionais de saúde devem encaminhar o usuário para outros pontos da RAS sempre que necessário, promovendo o compartilhamento do cuidado entre os diferentes serviços e equipes. A depender das alterações clínicas e laboratoriais, pode ser necessário encaminhamento para neurologistas, toxicologistas, nefrologistas, hematologistas, cardiologistas ou pneumologistas objetivando um diagnóstico assertivo e preciso.

7.3 AÇÕES PRIORITÁRIAS: URGÊNCIA, PREVENÇÃO E SAÚDE MENTAL

7.3.1 Priorização de Urgências e Intervenção Precoce

- **Priorização de Urgências:** Para pacientes com sintomas graves decorrentes de exposição ou intoxicação por substâncias químicas, é fundamental garantir que o atendimento seja realizado com máxima prioridade. É essencial realizar a classificação de risco de forma criteriosa, garantindo que o atendimento ocorra de acordo com o grau de necessidade identificado.
- **Manejo Agudo:** Em casos de exposição aguda, deve-se facilitar o encaminhamento imediato ao profissional médico e apoiar o contato com um Centro de Intoxicações, assegurando uma resposta rápida e eficaz.

7.3.2 Orientações e Prevenção

- **Educação em Saúde:** Promover ações de Educação em Saúde junto ao território adscrito, com orientações claras e acessíveis sobre medidas de prevenção para reduzir os riscos de exposição a substâncias químicas. Isso inclui a importância do uso adequado de EPIs por trabalhadores da mineração, cuidados com a água e o solo, além de práticas de higiene pessoal e ambiental.
- **Estratégias Comunicativas:** Realizar oficinas, palestras educativas, rodas de conversa, campanhas com cartazes e vídeos de forma interdisciplinar e intersetorial.
- **Capacitação:** Promover Educação Permanente para os profissionais de saúde que atuam em territórios com atividade minerária, a fim de qualificar continuamente o cuidado e ampliar a capacidade de resposta dos serviços frente aos impactos da mineração sobre a saúde. Capacitar as equipes de saúde sobre os princípios da equidade e o atendimento qualificado às populações em situação de maior vulnerabilidade.
- **Práticas Integrativas (PICS):** Apoiar a implementação das políticas de saúde para reduzir desigualdades sociais e melhorar as condições de mobilidade, trabalho e lazer.

Isso inclui ampliar o acesso às PICS, oferecendo alternativas terapêuticas que promovam o bem-estar físico e emocional.

- **Elaboração de linhas de cuidado:** A partir da ampliação das discussões acerca da temática, é importante dar seguimento ao fortalecimento de linhas de cuidado ambulatorial voltadas especificamente para populações potencialmente expostas de forma crônica a substâncias químicas em áreas minerárias. A promoção de treinamentos e educação continuada sobre a temática de metais e saúde ambiental permite o fortalecimento do território, viabilizando o estudo profundo do diagnóstico situacional do território e o planejamento de ações mitigatórias. Desta forma, muito do conteúdo presente neste protocolo poderá, de forma conjunta ou isolada, subsidiar ações futuras de comunicação em saúde sobre o tema, além de atuar como referencial técnico para os treinamentos anteriormente citados.

7.3.3 Saúde Mental e Apoio Psicossocial

- **Vigilância em Saúde Mental:** Estabelecer mecanismos para identificar alterações no perfil psicológico da população afetada pelas condições ambientais, incluindo estresse, ansiedade e depressão relacionadas à exposição e aos impactos da mineração.
- **Intervenção Precoce:** Implementar intervenções precoces para promover a saúde mental, com apoio psicológico direcionado às pessoas que possam estar enfrentando dificuldades emocionais devido ao impacto social das atividades minerárias.
- **Comunicação Interserviços:** Criar uma rede de comunicação eficiente, envolvendo tanto a população quanto os profissionais de saúde, para disseminar informações sobre os riscos e as melhores formas de prevenção.
- **Discussão Multidisciplinar:** Promover espaços de discussão entre os diversos profissionais envolvidos no cuidado (médicos, enfermeiros, psicólogos, agentes comunitários de saúde e outros) para o compartilhamento de conhecimento, discutindo os casos relacionados ao adoecimento mental relacionado aos impactos da mineração de forma colaborativa e construindo abordagens mais eficazes.

8 COORDENAÇÃO DO CUIDADO E ORGANIZAÇÃO DO ACESSO NA APS

8.1 Princípios de Ordenação da Rede e Articulação Interinstitucional

No que tange à coordenação do cuidado e à ordenação da RAS, a APS se configura como centro de comunicação e ordenação do cuidado, responsável por garantir o acompanhamento integral e contínuo da população adscrita, sendo a porta de entrada prioritária para casos suspeitos de intoxicação crônica. É necessário integrar ações de Vigilância em Saúde, observando sua transversalidade na elaboração de linhas de cuidado e na definição de pontos de atenção prioritários que podem se constituir em unidades sentinelas para o monitoramento de agravos relevantes, especialmente em contextos de exposição ambiental e laboral como o da mineração.

A construção de fluxos assistenciais pactuados, adaptados à realidade local, deve nortear o cuidado em situações de exposição a contaminantes químicos. O processo de acolhimento deve prever a articulação com os diversos dispositivos da rede, como:

- CERESTs
- Serviços de toxicologia clínica e ambiental
- Unidades hospitalares de referência
- Laboratórios para dosagem de metais no sangue
- Serviços de saúde mental

8.2 ATRIBUIÇÕES DA APS EM TERRITÓRIOS COM ATIVIDADE MINERÁRIA: PREPARAÇÃO E RESPOSTA

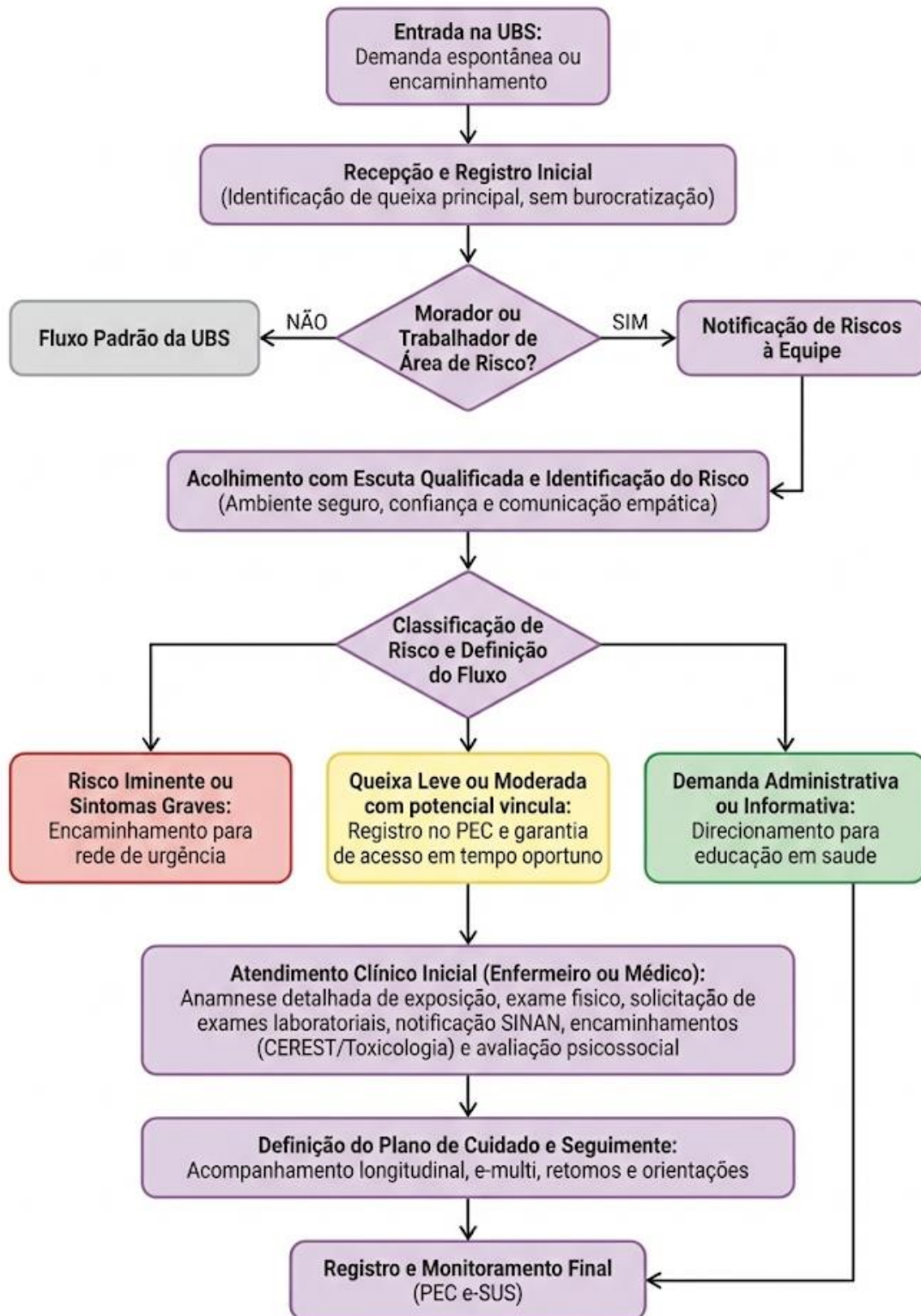
Diante da presença de atividades minerárias no território, a APS deve incorporar ações específicas de preparação e resposta, tais como:

- Elaboração de diagnóstico situacional e mapeamento de riscos ambientais e ocupacionais.
- Identificação de populações em maior vulnerabilidade.
- Construção de planos de contingência e resposta rápida a exposições agudas.

- Organização de linhas de cuidado intersetoriais com suporte da Vigilância em Saúde, Defesa Civil, Órgãos ambientais e outros setores.
- Implementação de estratégias de educação em saúde ambiental e ocupacional.
- Definição de fluxos de atendimento e encaminhamentos com base em protocolos clínico-assistenciais atualizados.

8.3 FLUXOGRAMA DE ACOLHIMENTO NA APS EM TERRITÓRIOS COM MINERAÇÃO

FLUXOGRAMA DE ACOLHIMENTO NA APS EM TERRITÓRIOS COM MINERAÇÃO



8.4 ATUAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE (APS) EM TERRITÓRIOS DE MINERAÇÃO

8.4.1 Enfermeiro

Na APS, o enfermeiro exerce um papel essencial na identificação, acolhimento e cuidado das populações expostas a substâncias químicas oriundas da atividade minerária.

- **Vigilância e Notificação:** Suas atribuições incluem a vigilância ativa e a notificação compulsória de agravos à saúde, atuando de forma integrada com a Vigilância em Saúde do Trabalhador e Ambiental.
- **Educação e Prevenção:** Realiza ações educativas voltadas para a prevenção e promoção da saúde, participando de atividades comunitárias e promovendo o acesso aos serviços do SUS.
- **Gestão do Cuidado:** É responsável pelo planejamento e coordenação do cuidado individual e coletivo, além de promover a articulação intersetorial com outros órgãos e serviços necessários para o suporte integral às famílias.
- **Mapeamento Territorial:** Colabora ativamente na construção do mapeamento do território, identificando as áreas mais vulneráveis e potencialmente expostas às atividades minerárias e substâncias químicas, em trabalho conjunto com os ACSs e os ACEs.

8.4.2 Médico

Conforme a PNAB/2017, o médico generalista da APS possui atribuições fundamentais no cuidado às pessoas expostas a fatores de risco ambientais da mineração (66).

Atendimento Direcionado e Anamnese

- **Avaliação de Queixas:** Deve realizar atendimento direcionado, considerando queixas respiratórias, dermatites, sintomas de intoxicação e manifestações relacionadas a metais pesados. Deve estar atento a comorbidades ou novos sintomas agravados pela exposição.
- **Entrevista Detalhada:** A coleta do histórico deve ser minuciosa, investigando o tempo de exposição, atividades desenvolvidas na área minerária e outros fatores de risco para identificação precoce de agravos.

- **Contexto e Especificidades:** A anamnese deve respeitar as necessidades, diversidades e especificidades de cada indivíduo, reconhecendo os determinantes sociais (trabalho, renda, habitação) que impactam a saúde. É crucial considerar se o paciente pertence a grupos de maior vulnerabilidade social (conforme detalhado nas diretrizes de equidade), pois isso agrava os riscos e o prognóstico.

Diagnóstico e Solicitação de Exames

- **Exames Apropriados:** Recomendação de exames diagnósticos adequados baseados no histórico de exposição a agentes tóxicos e poluentes.
- **Monitoramento:** Solicitação de exames periódicos de acompanhamento para pacientes com sinais de intoxicação por metais (arsênio, mercúrio, manganês), visando detectar efeitos a longo prazo.
- **Diagnóstico Clínico:** Identificação de condições relacionadas, como doenças respiratórias (asma, bronquite), dermatológicas (lesões cutâneas), cardiovasculares e intoxicações químicas.

Tratamento e Manejo

- **Plano Terapêutico:** Início de tratamento personalizado, incluindo medicamentos, terapias respiratórias, cuidados com a pele e intervenções específicas, conforme o caso.
- **Casos Agudos:** Em situações de exposição aguda, deve facilitar o encaminhamento imediato a um centro de controle de intoxicações ou serviço de urgência, assegurando resposta rápida.

Cuidado Longitudinal e Encaminhamentos

- **Orientações Domiciliares:** Fornecimento de orientações compartilhadas com a equipe sobre autocuidado, uso de medicamentos e higiene ambiental.
- **Seguimento:** Garantia de acompanhamento longitudinal (consultas e visitas domiciliares) para monitoramento contínuo. O médico deve solicitar o agendamento e o acompanhamento pela equipe para detecção precoce de possíveis agravos.
- **Regulação:** Encaminhamento para especialistas (pneumologistas, dermatologistas, toxicologistas) via Central de Regulação quando a complexidade exigir, mantendo o compartilhamento do cuidado.

Prevenção, Promoção e Registro

- **Educação em Saúde:** Orientação sobre prevenção de doenças, uso de EPIs e práticas de higiene pessoal e ambiental.
- **Documentação:** Registro completo das consultas e condutas no PEC. Colaboração na elaboração de relatórios sobre saúde ambiental para identificar padrões de doenças e subsidiar políticas públicas.
- **Trabalho em Equipe:** Atuação integrada com a eMulti e comunicação constante com outros serviços da rede (hospitais, clínicas) para garantir a continuidade do cuidado.

8.4.3 Agente Comunitário de Saúde (ACS)

O ACS é estratégico na vigilância em saúde em territórios impactados, atuando conforme a Lei nº 11.350/2006 e a PNAB. Seu papel de mediação entre a comunidade e o SUS é vital para a identificação de riscos (66, 67).

Qualificação Profissional

- **Saúde com Agente:** A qualificação profissional dos ACS vem sendo fortalecida por iniciativas como o curso técnico "Saúde com Agente", promovido pelo Ministério da Saúde. Essa formação contribui para o aprimoramento das competências técnicas necessárias para a identificação de vulnerabilidades e riscos ambientais no território, consolidando o ACS como categoria profissional fundamental para a resposta da APS.

Mapeamento e Identificação

- **Mapeamento de Risco:** Identifica e atualiza constantemente as famílias residentes em áreas vulneráveis (proximidade a minas, áreas de extração, locais impactados pela mineração ou por rompimento de barragens).
- **Registro Detalhado:** Realiza o levantamento de dados focado nas famílias expostas, registrando histórico de doenças relacionadas e identificando trabalhadores e moradores da área. O registro deve incluir dados de raça/cor, gênero e pertencimento a grupos populacionais específicos para promover a equidade.

Ações no Território

- **Visitas Domiciliares:** Realiza visitas regulares com escuta qualificada, observando sinais de risco à saúde e vulnerabilidades sociais.
- **Educação em Saúde:** Promove ações educativas com ênfase nos agravos relacionados à exposição a contaminantes ambientais.
- **Busca Ativa:** Participa de estratégias de vigilância de doenças e agravos, apoiando o acesso da população aos serviços de saúde e fortalecendo o vínculo.
- **Articulação:** Apoia a articulação intersetorial e participa do planejamento das ações da equipe considerando as especificidades locais.

Implementação de Estratégias de Prevenção de Desastres Ambientais

- **Capacitação Contínua:** O ACS deve participar de treinamentos regulares sobre prevenção de desastres ambientais, identificação de áreas de risco e protocolos de emergência, garantindo uma atuação preparada e eficiente frente a possíveis acidentes minerários.

Promoção da Saúde Mental

- **Identificação de Sinais:** Atento ao bem-estar emocional, o ACS deve ser capaz de identificar sinais de alerta (isolamento, desesperança, mudanças de comportamento) utilizando checklists e capacitação específica.
- **Acolhimento e Apoio:** Oferece acolhimento e escuta qualificada, demonstrando empatia. Respeitando os limites de sua atuação técnica, deve orientar sobre estratégias básicas de enfrentamento e facilitar o encaminhamento para profissionais especializados em saúde mental quando necessário.

8.4.4 Técnico de Enfermagem

O técnico de enfermagem desempenha papel fundamental no acolhimento, vigilância e monitoramento, atuando de forma integrada à equipe para a identificação precoce de agravos e implementação de cuidados seguros, conforme normas do COFEN e PNAB.

Acolhimento e Triage

- **Triage Inicial:** Realiza o acolhimento colhendo dados de identificação, histórico de moradia e ocupação, e identificando queixas relacionadas à exposição química. A triagem deve contemplar questões de raça/cor, gênero e grupos específicos para garantir a equidade no acesso.
- **Identificação de Sinais:** Deve identificar sinais sugestivos de intoxicação (respiratórios, dermatológicos, gastrointestinais) e encaminhar o paciente para o atendimento adequado (enfermeiro ou médico).

Monitoramento e Gestão

- **Acompanhamento:** Realiza o monitoramento contínuo dos pacientes com diagnósticos ou queixas relacionadas, registrando a evolução dos sintomas e a resposta ao tratamento.
- **Gestão de Fluxo:** Auxilia na organização do fluxo de atendimento da unidade, garantindo a priorização de pacientes com sintomas graves.
- **Notificação:** Responsável pela realização da notificação epidemiológica conforme protocolos, e pela comunicação eficiente das informações sobre os casos com o restante da equipe.

Educação e Saúde Mental

- **Prevenção:** Orienta a população sobre cuidados preventivos (uso de EPIs, higiene, cuidados com água e alimentos). Distribui materiais educativos e colabora na disseminação de boas práticas.
- **Atenção Psicossocial:** Atento a sinais de sofrimento psíquico (ansiedade, depressão, estresse) associados à exposição, orientando sobre serviços de apoio e realizando encaminhamentos internos para avaliação.
- **Capacitação:** Participa de treinamentos regulares sobre toxicologia e saúde ambiental, e apoia o enfermeiro na identificação de temas relevantes para a educação permanente da equipe, sugerindo tópicos baseados na realidade observada no atendimento.

8.4.5 Equipe Multiprofissional (eMulti)

As eMultis são compostas por profissionais de diferentes áreas do conhecimento que atuam de maneira complementar e integrada, exercendo papel fundamental de apoio, matriciamento e suporte clínico às equipes de APS. Sua atuação é corresponsável pela população e pelo território, participando do planejamento conjunto, discussão de casos, atendimentos (individuais e compartilhados), educação permanente e ações intersetoriais. A composição da equipe é definida pelos gestores municipais conforme as necessidades locais.

A equipe pode ser composta por profissionais de diferentes campos, atuando de maneira integrada. Abaixo, detalham-se as atribuições específicas de cada núcleo profissional no contexto da mineração:

- **Assistente Social:** Atua junto ao usuário e sua família com o objetivo de mediar relações sociais, auxiliando, otimizando, solucionando e humanizando o acesso aos serviços de saúde. Seu objetivo central é reduzir as desigualdades sociais e garantir o acesso efetivo às políticas públicas.
- **Psicólogo:**
 - Realiza o acompanhamento psicossocial das famílias impactadas, com especial atenção às que enfrentam situações de desaparecimento ou perda de entes queridos.
 - Atua na notificação e intervenção em casos de violência interpessoal ou autoprovocada, visando prevenir novas ocorrências e oferecer suporte adequado às vítimas.
 - Promove e estimula tanto o paciente quanto seus familiares a participarem de atividades que promovam a inserção social e o engajamento comunitário, visando fortalecer os laços sociais, o bem-estar emocional e a integração na comunidade.
 - Quando necessário, oferece acompanhamento individualizado para o manejo dos efeitos psicossociais decorrentes das situações traumáticas vivenciadas, garantindo atenção específica às necessidades de cada pessoa afetada.
 - Realiza avaliação abrangente das principais demandas relacionadas à atenção psicossocial da população afetada para direcionar recursos e esforços.

- Promove a articulação das ações da RAS, estabelecendo colaboração efetiva com o CAPS, instituições educacionais e outros serviços.
 - Atua em equipe multiprofissional no diagnóstico, planejamento, execução e avaliação de programas comunitários no âmbito da saúde, lazer, educação, trabalho e segurança.
 - O trabalho do psicólogo na RAPS é guiado por princípios éticos do CFP, com foco no respeito à dignidade, à autonomia do usuário e na garantia de seus direitos.
- **Educador Físico:** Planeja, executa, monitora e avalia planos de ação que estimulem os usuários a diminuírem o sedentarismo e aumentarem os níveis de atividades físicas, exercícios físicos e as práticas de modalidades esportivas coletivas e/ou individuais.
 - **Farmacêutico:** Realiza a dispensação orientada dos medicamentos, acompanhamento da adesão dos pacientes ao tratamento e ações que promovam a utilização conforme prescrição. Caso o paciente venha de internação, é recomendável a conciliação medicamentosa de acordo com os fluxos municipais.
 - **Fisioterapeuta:** É responsável por realizar a reabilitação dos indivíduos podendo atuar na recuperação de pacientes com sintomas neurológicos possivelmente decorrentes de intoxicação por substâncias químicas decorrentes da atividade minerária. Isso inclui a promoção de melhorias nas AVDs, com ênfase no equilíbrio e marcha, buscando otimizar a funcionalidade física e a qualidade de vida. A atuação pode ser em grupos ou individualizada, focando na prevenção, recuperação e reabilitação e disfunções físicas, conforme diretrizes.
 - **Terapeuta Ocupacional:** Sua atuação visa promover a recuperação das capacidades cognitivas, motoras, sensoriais e sociais dos indivíduos afetados pela exposição a substâncias tóxicas. O foco principal é melhorar a autonomia do paciente, capacitando-o para realizar as AVDs de forma independente, sem a necessidade de ajuda de terceiros.
 - **Fonoaudiólogo:** Tem a responsabilidade de orientar e capacitar os agentes comunitários de saúde para a coleta de dados relacionados à comunicação dos indivíduos afetados, além da identificação precoce de sinais de alterações comunicativas. É responsável pelo desenvolvimento de atividades de promoção da saúde da comunicação, focando na prevenção de distúrbios da fala, linguagem e funções orofaciais. Isso inclui identificar fatores de risco, elaborar e compartilhar projetos terapêuticos relacionadas à exposição tóxica.

- **Nutricionista:** Tem papel essencial na avaliação dos impactos da exposição aos metais pesados, identificando carências nutricionais (por restrição alimentar devido ao medo de contaminação) ou excesso de nutrientes que interagem com contaminantes.
 - Contribui para o rastreamento da exposição através da análise dos padrões alimentares e identificação de fontes contaminadas.
 - Implementa ações de EAN, informando sobre riscos e estratégias de proteção.
 - Orienta sobre técnicas de preparo que podem reduzir a absorção de metais (ex: lavagem e descascamento de vegetais, seleção de cortes de carne).
 - Promove alimentação adequada, rica em nutrientes adaptando as orientações à realidade local.
 - Fornece orientações de SAN sobre alimentos seguros, especialmente para populações expostas a água e alimentos contaminados.

8.5 ATENÇÃO A GRUPOS DE MAIOR VULNERABILIDADE E EQUIDADE

É imprescindível que a atuação da equipe multiprofissional esteja orientada pelos princípios da equidade em saúde e pelo reconhecimento dos determinantes sociais que impactam os processos de adoecimento. Isso implica assegurar um atendimento qualificado e sensível às especificidades das populações contempladas pelas políticas de promoção da equidade.

São grupos prioritários que exigem olhar diferenciado devido ao agravamento dos riscos biológicos e sociais: crianças, gestantes e idosos; Povos e Comunidades Tradicionais; população em situação de rua; população cigana; população LGBTQIA+; população negra e quilombola; adolescentes em cumprimento de medidas socioeducativas; migrantes, refugiados e apátridas. Destaca-se a importância da competência cultural no atendimento, assegurando comunicação efetiva e respeitosa, compatível com as crenças e valores de cada usuário.

8.5.1 Especificidades da População Indígena em Contexto de Aldeia

A PNASPI assegura o direito à saúde respeitando especificidades culturais. A responsabilidade pela APS indígena é da União, via SESAI e DSEIs. Ao Estado e municípios cabe papel complementar. Em casos de exposição química em aldeias, torna-se imprescindível a articulação interinstitucional entre município, estado e União (DSEI-MG/ES). Recomenda-se consulta à **Nota Técnica nº 44** (68) para detalhes sobre as atribuições.

8.6 FLUXOS ESPECÍFICOS DE ASSISTÊNCIA ESPECIALIZADA

8.6.1 Assistência Psicológica e Saúde Mental (RAPS)

A exposição a metais pesados e o contexto de desastre ambiental comprometem a saúde mental de duas formas principais:

1. **Efeitos Diretos (Biológicos):** Alterações neuroquímicas induzidas pela toxicidade dos metais, podendo causar depressão, labilidade emocional, irritabilidade, sonolência, agressividade, falhas de memória e dificuldade de concentração.
2. **Efeitos Indiretos (Emocionais):** Sofrimento decorrente de diagnósticos crônicos, perdas e da incerteza quanto à contaminação. Esse cenário favorece o surgimento de luto, culpa, medo, transtornos de estresse pós-traumático, depressão reativa e, notadamente, a ansiedade relacionada a desastres.

O acompanhamento psicológico deve ser parte estratégica do tratamento. A RAPS deve atuar de forma multiprofissional e territorializada. Conforme a Portaria nº 3.088/2011, que institui a RAPS, e a PESMAD, o tratamento deve ser feito utilizando-se de serviços como os CAPS em casos de pacientes em crise ou encaminhamento para centros de saúde, em casos considerados ambulatoriais (69).

Nesse contexto, embora os CAPS sejam a referência para o tratamento de casos graves, é fundamental fortalecer o **Matriciamento em Saúde Mental** junto às equipes da Atenção Primária. Frequentemente, a UBS é a porta de entrada para usuários com receio da intoxicação e ansiedade relacionada a desastres. O suporte matricial (realizado por CAPS ou eMulti) é essencial para capacitar a equipe da ponta a manejar a ansiedade e os sintomas, oferecendo

acolhimento adequado sem patologizar excessivamente o sofrimento que é fruto do contexto social e da insegurança ambiental.

8.6.2 Acompanhamento do Desenvolvimento Neuropsicomotor (RCPD)

A integralidade do cuidado pode demandar reabilitação especializada. A RCPD-MG (70) possui abrangência assistencial regionalizada, dispõe de equipe multiprofissional capacitada e é constituída por serviços com densidades tecnológicas distintas, nos diferentes níveis de atenção à saúde.

- **Fluxo de Acesso:** Usuários com demandas de reabilitação (física, visual, auditiva, intelectual) devem ser referenciados pela APS para a Junta Reguladora municipal (70). Esta agendará avaliação multidisciplinar para elaboração do PTS.
- **Intervenção Precoce (PIPA):** Crianças das áreas afetadas quando indicado, devem ser encaminhadas para acompanhamento rigoroso do desenvolvimento neuropsicomotor nas consultas de puericultura. Caso observado atraso, devem ser encaminhadas à RCPD-MG. Minas Gerais conta com o PIPA, que acompanha crianças de 0 a 24 meses para garantir o máximo desenvolvimento das capacidades físicas, sensoriais e sociais desde os primeiros momentos de vida. Minas Gerais possui na Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência os SERDIs e os CERs com modalidade de reabilitação intelectual, que contam com o PIPA.

9. AÇÕES DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE

A integração entre a vigilância em saúde e a atenção básica é essencial para aprimorar a investigação epidemiológica dos casos, a qualidade das ações e intervenções e da precisão das informações registradas.

A vigilância em saúde relacionada à exposição a substâncias químicas consiste no conjunto de ações com a finalidade de conhecer, detectar e controlar os fatores ambientais de risco à saúde, as doenças ou outros agravos à saúde da população exposta aos contaminantes químicos. Baseia-se nas ações intersetoriais articuladas e na utilização de instrumentos e

métodos para auxiliar o conhecimento, a detecção e o controle dos fatores ambientais de riscos, e as doenças ou outros agravos à saúde da população exposta (58).

Para a organização e execução das ações de vigilância, destaca-se três eixos de atuação (71):

- A vigilância do risco, com a caracterização das substâncias químicas perigosas e a identificação das rotas de exposição;
- A vigilância da exposição, através da avaliação sistemática da intensidade e duração da exposição humana às substâncias químicas perigosas, e do monitoramento de sua presença no ar, solo, águas, na cadeia alimentar, nos ambientes e processos de trabalho;
- A vigilância dos efeitos, através do monitoramento epidemiológico, da investigação da ocorrência de agravos sobre a saúde humana e do acompanhamento da população exposta a longo prazo.

9.1 VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA

9.1.1 Intoxicação Exógena - Definição epidemiológica

Caso suspeito

Indivíduo com história pregressa ou atual de exposição a metais pesados a que apresenta ou não, algum sinal ou sintoma clínico ou alterações laboratoriais relacionadas à exposição (72).

Caso confirmado

A confirmação do caso de intoxicação exógena por metais pesados pode ocorrer a partir dos seguintes critérios (72):

- Critério laboratorial: intoxicação confirmada por meio de exames diagnósticos;
- Clínico-epidemiológico: intoxicação confirmada por meio de provável ou conhecida história pregressa ou atual, incluindo sinais ou sintomas de exposição;
- Clínico: confirmação da intoxicação por meio de sinais ou de sintomas.

9.1.2 Intoxicação Exógena - Situações de alerta

Em relação às situações de alerta observam-se as seguintes condições de atenção para tomada de medidas imediatas (73):

- 1) Intoxicação de gestantes e lactantes.
- 2) Intoxicação de crianças e adolescentes, principalmente em decorrência de exposição decorrentes de situações de trabalho infantil.
- 3) Emergência com envolvimento de substâncias químicas (acidentes de trabalho ampliado, desastres naturais, desastres tecnológicos, entre outros).
- 4) Intoxicação por substâncias químicas proibidas ou de uso ilegal, como os agrotóxicos ilegais contendo metais pesados (não registrados ou proibidos)

9.1.3 Notificação epidemiológica

As intoxicações exógenas por substâncias ou compostos químicos, (incluindo agrotóxicos, gases tóxicos e metais pesados) devido à sua importância epidemiológica são agravos de notificação compulsória semanal, de acordo com a Portaria GM/MS nº 3148/2024 (74), e devem ser registradas no SINAN por meio do preenchimento da Ficha de Investigação de Intoxicação Exógena (Figura1):

Caso suspeito: todo aquele indivíduo que, tendo sido exposto a substâncias químicas (agrotóxicos, medicamentos, produtos de uso doméstico, cosméticos e higiene pessoal, produtos químicos de uso industrial, drogas, plantas e alimentos e bebidas), apresente sinais e sintomas clínicos de intoxicação e/ou alterações laboratoriais provavelmente ou possivelmente compatíveis.

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação 2 - Individual	2 Agravo/doença INTOXICAÇÃO EXÓGENA	Código (CID10) T 65.9	3 Data da Notificação
	4 UF	5 Município de Notificação	Código (IBGE)	
	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)	Código	7 Data dos Primeiros Sintomas	
Notificação Individual	8 Nome do Paciente			9 Data de Nascimento
	10 (ou) Idade 1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano	11 Sexo M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	12 Gestante 1-1º Trimestre 2-2º Trimestre 3-3º Trimestre 4 - Idade gestacional ignorada 5 - Não 6 - Não se aplica 9 - Ignorado	13 Raça/Cor 1 - Branca 2 - Preta 3 - Amarela 4 - Parda 5 - Indígena 9 - Ignorado
	14 Escolaridade 0 - Analfabeto 1-1ª a 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2-4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3-5ª a 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) 4 - Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) 5 - Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6 - Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7 - Educação superior incompleta 8 - Educação superior completa 9 - Ignorado 10 - Não se aplica			
	15 Número do Cartão SUS	16 Nome da mãe		
Dados de Residência	17 UF	18 Município de Residência	Código (IBGE)	19 Distrito
	20 Bairro		21 Logradouro (rua, avenida,...)	
	22 Número	23 Complemento (apto., casa, ...)		24 Geo campo 1
	25 Geo campo 2		26 Ponto de Referência	
	28 (DDD) Telefone		29 Zona 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado	30 País (se residente fora do Brasil)
	27 CEP			

Dados Complementares do Caso

Antecedentes Epidemiológicos	31 Data da Investigação	32 Ocupação	
	33 Situação no Mercado de Trabalho 01 - Empregado registrado com carteira assinada 05 - Servidor público celetista 09 - Cooperativado 02 - Empregado não registrado 06 - Aposentado 10 - Trabalhador avulso 03 - Autônomo/ conta própria 07 - Desempregado 11 - Empregador 04 - Servidor público estatutário 08 - Trabalho temporário 12 - Outros 99 - Ignorado		
	34 Local de ocorrência da exposição 1. Residência 2. Ambiente de trabalho 3. Trajeto do trabalho 4. Serviços de saúde 5. Escola/creche 6. Ambiente externo 7. Outro 9. Ignorado		
Dados da Exposição	35 Nome do local/estabelecimento de ocorrência		36 Atividade Econômica (CNAE)
	37 UF	38 Município do estabelecimento	Código (IBGE)
	39 Distrito		
	40 Bairro	41 Logradouro (rua, avenida, etc. - endereço do estabelecimento)	
	42 Número	43 Complemento (apto., casa, ...)	44 Ponto de Referência do estabelecimento
	45 CEP		
46 (DDD) Telefone		47 Zona de exposição 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado	48 País (se estabelecimento fora do Brasil)

Dados da Exposição	49 Grupo do agente tóxico/Classificação geral <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 01. Medicamento 02. Agrotóxico/uso agrícola 03. Agrotóxico/uso doméstico 04. Agrotóxico/uso saúde pública 05. Raticida 06. Produto veterinário 07. Produto de uso Domíliciar 08. Cosmético/higiene pessoal 09. Produto químico de uso industrial 10. metal 11. Drogas de abuso 12. Planta tóxica 13. Alimento e bebida 14. Outro 99. Ignorado			
	50 Nome Comercial/popular _____ 1 - _____ 2 - _____ 3 - _____		Princípio Ativo 1 - _____ 2 - _____ 3 - _____	
	51 Se agrotóxico, qual a finalidade da utilização <input type="checkbox"/> 1. Inseticida 2. Herbicida 3. Carrapaticida 4. Raticida 5. Fungicida 6. Preservante para madeira 7. Outro 8. Não se aplica 9. Ignorado			
	52 Se agrotóxico, quais as atividades exercidas na exposição atual 01- Diluição 05- Colheita 09- Outros 1ª Opção: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 02- Pulverização 06- Transporte 10- Não se aplica 2ª Opção: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 03- Tratamento de sementes 07- Desinsetização 99- Ignorado 3ª Opção: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 04- Armazenagem 08- Produção/formulação			
	53 Se agrotóxico de uso agrícola, qual a cultura/lavoura _____			
	54 Via de exposição/contaminação 1- Digestiva 4- Ocular 7- Transplacentária 1ª Opção: <input type="checkbox"/> 2- Cutânea 5- Parenteral 8- Outra 2ª Opção: <input type="checkbox"/> 3- Respiratória 6- Vaginal 9- Ignorada 3ª Opção: <input type="checkbox"/>			
Dados do Atendimento	55 Circunstância da exposição/contaminação <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 01- Uso Habitual 02- Acidental 03- Ambiental 04- Uso terapêutico 05- Prescrição médica inadequada 06- Erro de administração 07- Automedicação 08- Abuso 09- Ingestão de alimento ou bebida 10- Tentativa de suicídio 11- Tentativa de aborto 12- Violência/homicídio 13- Outra: _____ 99- Ignorado			
	56 A exposição/contaminação foi decorrente do trabalho/ocupação? <input type="checkbox"/> 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado		57 Tipo de Exposição <input type="checkbox"/> 1 - Aguda - única 2 - Aguda - repetida 3 - Crônica 4 - Aguda sobre Crônica 9 - Ignorado	
	58 Tempo Decorrido entre a Exposição e o Atendimento <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano 9- Ignorado			
	59 Tipo de atendimento <input type="checkbox"/> 1 - Hospitalar 2 - Ambulatorial 3 - Domiciliar 4 - Nenhum 9 - Ignorado		60 Houve hospitalização? <input type="checkbox"/> 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado	
	63 Município de hospitalização _____ Código (IBGE) _____		64 Unidade de saúde _____ Código _____	
	61 Data da internação _____		62 UF _____	
Conclusão do Caso	65 Classificação final <input type="checkbox"/> 1 - Intoxicação confirmada 2 - Só Exposição 3 - Reação Adversa 4 - Outro Diagnóstico 5 - Síndrome de abstinência 9 - Ignorado			
	66 Se intoxicação confirmada, qual o diagnóstico _____ CID - 10 _____			
	67 Critério de confirmação <input type="checkbox"/> 1 - Laboratorial 2 - Clínico-epidemiológico 3 - Clínico		68 Evolução do Caso <input type="checkbox"/> 1 - Cura sem sequelas 2 - Cura com sequelas 3 - Óbito por intoxicação exógena 4 - Óbito por outra causa 5 - Perda de seguimento 9 - Ignorado	
	69 Data do óbito _____		70 Comunicação de Acidente de Trabalho - CAT. <input type="checkbox"/> 1 - Sim 2 - Não 3 - Não se aplica 9 - Ignorado	
71 Data do Encerramento _____				
Informações complementares e observações				
Observações: _____ _____ _____				
Investigador	Município/Unidade de Saúde _____		Cód. da Unid. de Saúde _____	
	Nome _____	Função _____	Assinatura _____	
Intoxicação Exógena		Sinan NET		
		SVS 09/06/2005		

Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação- SINAN, 2018.

A notificação compulsória pode ser preenchida por médicos, outros profissionais de saúde ou responsáveis pelos serviços públicos e privados de saúde que prestam assistência ao paciente, além dos responsáveis por estabelecimentos públicos ou privados educacionais, de cuidado coletivo, de serviços de hemoterapia, unidades laboratoriais e instituições de pesquisa (75).

As intoxicações ocorrem quando há exposição seguida de sintomas clínicos, seja essa exposição intencional ou autoprovocada, acidental (reutilização de embalagens, acesso de crianças ou outras pessoas a produtos sem identificação); ocupacional (no exercício da

atividade de trabalho) ou ambiental (água, ar e solo contaminados; exposição via cadeia alimentar).

Estes eventos devem ser comunicados à Secretaria Municipal de Saúde através do preenchimento adequado da Ficha de Notificação de Intoxicação Exógena, onde existem campos que identificam o paciente e a unidade de saúde responsável pelo seu atendimento, assim como os dados de local de ocorrência da exposição, tipo de agente tóxico, via de exposição e outros.

Após realizar o preenchimento da ficha de notificação, os profissionais da unidade de saúde devem encaminhá-la à Secretaria Municipal de Saúde, onde os dados serão repassados semanalmente à Unidade Regional de Saúde, que por sua vez fará o repasse também semanal para a SES-MG.

Em hipótese alguma se deve aguardar o encerramento da investigação para que as informações iniciais da Ficha de Notificação/Investigação sejam registradas no SINAN (76), uma vez que são objeto de notificação tanto os casos suspeitos como os confirmados.

O registro e lançamento da ficha de notificação no sistema de informação deverá ser feito pelo município em que o atendimento do caso foi realizado (76). Caso o paciente seja transferido para outra unidade de município diferente daquele onde ocorreu o primeiro atendimento, a unidade que recebê-lo deve abrir uma nova ficha de identificação, seguindo as mesmas diretrizes indicadas para a primeira. Após o encerramento do caso a unidade que recebeu o paciente deve realizar o fluxo de retorno, o que consiste no encaminhamento da ficha finalizada para o município onde aconteceu o primeiro atendimento.

Tal procedimento é necessário para que o município que realizou o primeiro atendimento possa fazer a análise de dados e identificar possíveis locais e fontes de exposição, tipo de agente tóxico e outras informações para a discussão com as instituições ligadas ao tema e definição de medidas que possam prevenir ou reduzir o número de ocorrências de intoxicações exógenas.

Outras atividades importantes incluem a capacitação de profissionais de saúde ligados ao atendimento para que possam realizar o preenchimento adequado da ficha, possibilitando o repasse correto dos dados do caso notificado, bem como o treinamento em análise de dados para os técnicos da vigilância epidemiológica e da vigilância em saúde ambiental para que estes possam realizar a análise dos dados de maneira apropriada, transformando-os em informações consistentes que permitirão a tomada de decisões sobre a ocorrência de intoxicações exógenas.

Por fim, o preenchimento adequado dos campos da ficha de notificação é essencial para a investigação epidemiológica, devendo-se evitar o preenchimento de campos como “ignorado”. Para suspeita de intoxicação por metais, no campo 49 deve ser assinalado a exposição a metais e o nome do metal relacionado ao caso deve ser incluído no campo 50 “agente tóxico”.

9.1.3.1 Encerramento do caso

O encerramento do caso no SINAN deverá ocorrer em, no máximo, 180 dias a partir da data de notificação, pois os dados do SINAN são fundamentais para a investigação epidemiológica. As análises dessas informações com a realização de um diagnóstico dinâmico, na ocorrência do evento na população, fornecem informações da realidade epidemiológica para avaliação do risco aos quais a população está sujeita, auxiliando à tomada de decisão das autoridades sanitárias e no planejamento em saúde.

9.2 VIGILÂNCIA EM SAÚDE DO TRABALHADOR

A vigilância a saúde dos trabalhadores expostos a contaminantes químicos decorrentes de atividade minerária, deve ser estruturada em algumas etapas (77).

9.2.1 Identificação de atividades produtivas com exposição contaminantes químicos e de atividades minerárias, desenvolvidas no território.

A identificação de atividades produtivas que geram exposição aos contaminantes químicos, desenvolvidas no território de atuação das UBSs começa no mapeamento do território considerando em especial aquelas realizadas no domicílio e peridomicílio. Essas informações devem ser construídas de forma gradual e sistemática e periodicamente atualizadas e incorporadas ao mapa do território (77).

A Análise da Situação de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora (ASSTT) - processo analítico-sintético que permite caracterizar a população trabalhadora - tem como um de seus

eixos estruturantes a caracterização do perfil produtivo e dos potenciais riscos à saúde do(a) trabalhador(a) no território, configurando ferramenta importante na identificação das atividades produtivas que geram exposição aos contaminantes químicos (78).

9.2.2 Identificação de trabalhadores expostos a contaminantes químicos e de atividade minerária que moram e ou trabalham no território.

O reconhecimento dos trabalhadores potencialmente expostos a contaminantes químicos que moram e ou trabalham no território pode ser feito a partir da elaboração das fichas do Cadastro Individual e do Cadastro Domiciliar do e-SUS, considerando as características sociodemográficas: idade, sexo, escolaridade, raça/cor e a ocupação e situação no mercado de trabalho. Também, o acolhimento e as consultas clínicas são momentos adequados, para se conhecer a história de trabalho do paciente-trabalhador buscando identificar uma possível exposição a contaminantes químicos, entre outros fatores de risco presentes nas atividades que desenvolve ou desenvolveu (77).

A anamnese ocupacional é parte integrante da história clínica e deve ser realizada na rotina e nela é necessário realizar perguntas relacionadas com a ocupação e atividades realizadas pelo trabalhador, como (79):

- Qual sua ocupação atual e quais foram suas ocupações pregressas (incluindo atividades exercidas de forma autônoma ou no mercado informal); Quais as atividades realizadas e como são realizadas (contendo descrição das matérias-primas, produtos e subprodutos, bem como operações realizadas, equipamentos e instrumentos utilizados) há quanto tempo realiza as atividades, ou as realizou em ocupações pregressas;
- Uso de EPI (incluindo se recebeu orientações quanto ao seu uso e manutenção adequados);
- Quais as características do ambiente de trabalho, incluindo se é em espaço aberto ou fechado, tamanho do espaço, circulação de ar etc;
- Na existência de queixas, questionar se há casos semelhantes entre colegas de trabalho.

Estas informações devem ser registradas da forma mais completa possível a fim de possibilitar a investigação do caso e identificação do contaminante, bem como a adoção de medidas pela equipe de vigilância.

Na situação de desempregado ou de aposentado, deve-se perguntar e registrar o que fez durante a maior parte de sua vida laboral. Em relação aos trabalhadores que moram e trabalham em territórios distintos, recomenda-se que as UBS mantenham registro e fluxos de encaminhamento para as equipes do respectivo território de residência, que possibilitem repassar informações das situações identificadas. Sempre que necessário, devem ser acionadas as redes de apoio em Saúde do Trabalhador, incluindo os CERESTs e outros setores de Vigilância em Saúde (77).

9.2.3 Análise da situação de saúde dos trabalhadores

A análise das informações referentes às atividades produtivas desenvolvidas no território e do perfil demográfico e epidemiológico dos trabalhadores deve subsidiar o planejamento das atividades da equipe. Se necessário a Unidade de Saúde pode contar com o apoio de Equipe Multiprofissional, CEREST e demais setores da vigilância na elaboração do mapa de saúde dos trabalhadores(as) do território sob sua responsabilidade. A partir dessa análise são definidas as linhas de cuidado e os projetos terapêuticos singulares, as ações de promoção e vigilância em saúde e a articulação com outros pontos de atenção da rede e com outras instituições públicas envolvidas com a questão da saúde dos trabalhadores (77).

Outras fontes de informações que podem ser úteis para o diagnóstico de saúde dos trabalhadores são:

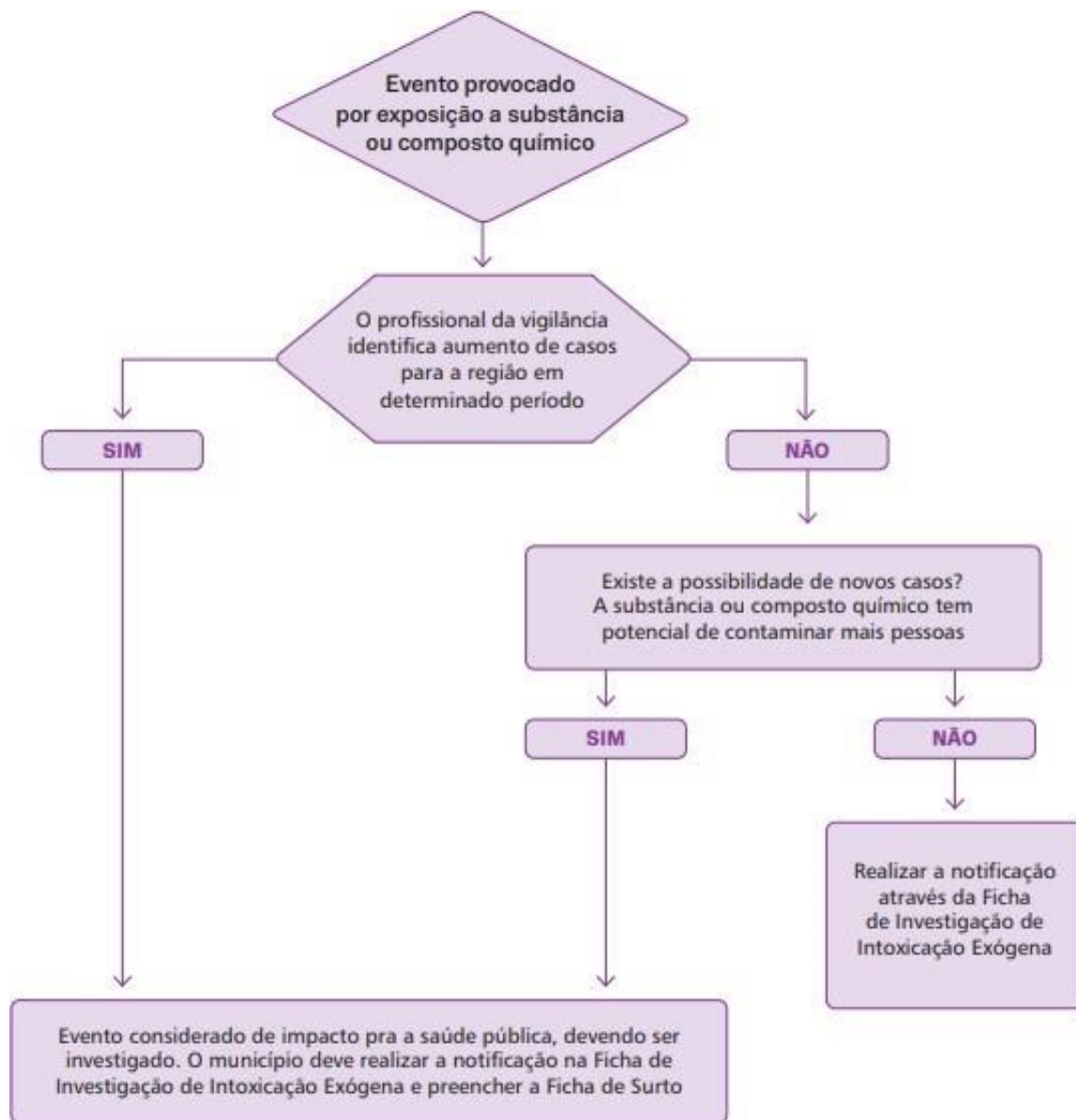
- Fichas de Cadastro Individual e Domiciliar do e-SUS: registro de situações e patologias identificadas em trabalhadores, relacionadas ou não ao trabalho, em gestantes trabalhadoras, em portadores de asma, câncer, registros de internações hospitalares, entre outros.
- Informações geradas no atendimento aos usuários trabalhadores na própria unidade de saúde: número de trabalhadores atendidos, queixas mais comuns, tipos de patologias e agravos relacionados ao trabalho, perfil de morbidade prevalente.
- Registros dos SIS sobre intoxicações e outras doenças relacionadas a exposição à contaminantes químicos: casos notificados no SINAN e registrados no SIM; situações que levaram à hospitalização, registradas no SIH; resultados de inquéritos específicos, informes e boletins epidemiológicos elaborados por equipes de vigilância em saúde e por grupos de pesquisa, entre outros.

9.2.4 Vigilância epidemiológica dos agravos à saúde dos trabalhadores relacionados a exposição à contaminantes químicos decorrentes de atividade minerária

A VESAT consiste principalmente em um conjunto de ações, compreendendo a identificação de casos suspeitos de agravos relacionados ao trabalho, sua investigação (dos determinantes do adoecimento), notificação e promoção de ações de vigilância para interrupção ou controle da exposição de risco geradora do agravo ou adoecimento, como a Vigilância de Ambientes e Processos de Trabalho (73, 80). A respeito da notificação, ressalta-se que a mesma deve ser feita quando houver suspeição de intoxicação exógena relacionada ao trabalho, seja aguda ou crônica. O profissional responsável pelo preenchimento da ficha de notificação também deverá atentar-se ao registro qualificado dos campos “Ocupação” e “Atividade Econômica”.

A notificação e registro dos casos suspeitos e/ou diagnosticados nos SIS, especialmente SINAN e SIM, são etapas importantes para a vigilância em saúde do trabalhador. A consolidação, a análise e interpretação dos dados disponíveis nos sistemas de informação possibilitam o conhecimento do perfil de morbimortalidade da população trabalhadora e subsidiam as ações de prevenção e controle, bem como a avaliação da efetividade das medidas de controle adotadas até o momento (73). Nesse sentido, as doenças e agravos relacionados à saúde devem ser oportunamente identificadas e notificadas pelos serviços de atenção à saúde, em especial os casos de intoxicação exógena relacionada a exposição nos ambientes e processos de trabalho (2).

Figura 2: Fluxograma de vigilância para intoxicação exógena relacionada ao trabalho



Fonte: Adaptado de BRASIL, 2022 (73).

9.3 VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL

A Vigilância em Saúde Ambiental é definida pela Resolução nº 588/2018 do Conselho Nacional de Saúde em seu art. 6º como o conjunto de ações e serviços que propiciam o conhecimento e a detecção de mudanças nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana, com a finalidade de recomendar e adotar medidas

de promoção à saúde, prevenção e monitoramento dos fatores de riscos relacionados às doenças ou agravos à saúde (81).

Assim, é a área responsável por coordenar as atividades de vigilância relacionadas aos contaminantes ambientais, sejam eles presentes na água, no ar ou no solo; desde que sejam de importância e repercussão na saúde pública. A Vigilância em Saúde Ambiental possui também a responsabilidade pela coordenação das atividades relacionadas aos riscos decorrentes de desastres naturais (períodos chuvosos e de seca e estiagem) e dos desastres tecnológicos, sejam eles advindos de acidentes com produtos perigosos ou advindos de barragens (82).

Nesse sentido, para melhor responder a cada fator de risco, a Vigilância em Saúde Ambiental possui sua atuação estruturada por programas. Assim, no contexto da atenção e prevenção aos contaminantes químicos, destacamos os seguintes:

- VIGIAGUA (Programa de Vigilância da Qualidade da Água): consiste no conjunto de ações adotadas regularmente pelas autoridades de saúde pública, considerando os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana, de modo a prevenir enfermidades transmitidas pela água utilizada para consumo humano (83);
- VIGIPEQ (Programa de Vigilância de Populações expostas a Contaminantes Químicos): atua no desenvolvimento de ações de vigilância em saúde de forma a adotar medidas de promoção, prevenção contra doenças e agravos e atenção integral à saúde das populações expostas a contaminantes químicos que interferem na saúde humana e nas inter-relações entre o homem e o ambiente, buscando articular ações de saúde integradas – prevenção, promoção, vigilância e assistência à saúde dessas populações (84).
- VIGISOLO (solos contaminados): consiste na vigilância em saúde com o objetivo de identificar populações expostas ou sob risco de exposição a contaminantes químicos e a solos contaminados. O contato humano com substâncias e agentes tóxicos através do solo contaminados, pode ocasionar riscos à saúde pública (84).
- VSPEA (exposição a agrotóxicos): visa a execução de ações de saúde integradas, compreendendo a promoção à saúde, a vigilância, a prevenção e o controle dos agravos e das doenças decorrentes da exposição a agrotóxicos (85).
- VIGIAR (Programa de Vigilância da Qualidade do Ar): tem como objetivo a promoção da saúde da população exposta aos fatores ambientais relacionados aos poluentes atmosféricos. Seu campo de atuação prioriza as regiões onde existam diferentes

atividades de natureza econômica ou social que gerem poluição atmosférica de modo a caracterizar fator de risco para as populações expostas, denominadas áreas de atenção ambiental atmosférica de interesse para a saúde (86).

- VIGIDESASTRES (Programa de Vigilância de Desastres Naturais ou Tecnológicos): prevê ações para a prevenção, mitigação, preparação, resposta e reabilitação, visando reduzir o impacto dos desastres de origem natural ou tecnológica sobre a saúde pública (87).

Portanto, a notificação de agravos e doenças, assim como a articulação da atenção à saúde com a vigilância em saúde ambiental devem ser planejadas com o intuito de orientar as ações pertinentes de investigação da exposição, para que, a partir disso, os encaminhamentos necessários para a minimização e/ou eliminação da exposição sejam realizados, com intensificação das ações de monitoramento em saúde ambiental diante dos fatores e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PORTUGAL. Agência Portuguesa do Ambiente (APA). **Metais Pesados**. Amadora: APA, 2023. Disponível em: <https://apambiente.pt/ar-e-ruído/metais-pesados>. Acesso em: 7 jan. 2026.
2. MOSCHEM, Jorge da Cruz; GONÇALVES, Paola Rocha. **Impacto Toxicológico de Metais Pesados: uma análise de efeitos bioquímicos e celulares**. Health and Biosciences, [s. l.], v.1, n.2, p.88-100, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/healthandbiosciences/article/view/31629>. Acesso em: 7 jan. 2026.
3. MITRA, Saikat et al. **Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity**. Journal of King Saud University - Science, [s. l.], v. 34, n. 3, 101865, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018364722000465>. Acesso em: 7 jan. 2026.
4. ISHCENKO, Vitalii. **Environment contamination with heavy metals contained in waste**. Environmental Problems, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 115-119, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330105717_ENVIRONMENT_CONTAMINATION_WITH_HEAVY_METALS_CONTAINED_IN_WASTE. Acesso em: 7 jan. 2026.
5. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Toxicological Profile for Arsenic**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2007. Disponível em: <https://www.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=22&tid=3>. Acesso em: 7 jan. 2026.
6. ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **La toxicidad del arsénico** 2009. Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/es/csem/arsenic/docs/arsenic_csem_spanish.pdf. Acesso em: 7 jan. 2026.
7. FUKUSHIGUE, Ana Livia Carvalho da Silva. **Níveis de manganês em sangue e fatores associados em população urbana com 40 anos ou mais em município do Sul do Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014. Disponível em: <https://pos.uel.br/saudecoletiva/wp-content/uploads/2021/10/Ana-Livia-Carvalho-da-Silva-Fukushigue.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2026.
8. O'NEAL, Shaina L.; ZHENG, Wei. **Manganese Toxicity Upon Overexposure: a Decade in Review**. Current Environmental Health Reports, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 315-328, 2015.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40572-015-0056-x>. Acesso em: 7 jan. 2026.

9. SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Saúde. CIATOX/SC. **Agentes Tóxicos**. Florianópolis, 14 ago. 2023. Disponível em: <https://ciatox.saude.sc.gov.br/index.php/servicos/agentes-toxicos.html>. Acesso em: 5 jan. 2026.

10. FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **Toxicidade**. [S. l.], [20--?]. Disponível em: <https://fiocruz.br/biosseguranca/Bis/virtual%20tour/hipertextos/up1/toxidade.html>. Acesso em: 5 jan. 2026.

11. CAMPOS, Élide de Albuquerque; SILVA, Ilce Ferreira da; WARDEN, Carmen Freire. **Exposição a metais em população adulta residente em áreas industriais**: revisão sistemática da literatura. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 6, p. 2253-2270, jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021266.07612019>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/DNJdCvGmLY5Kt3QyFWkMPvG/>. Acesso em: 7 jan. 2026.

12. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Glosário de termos**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, [202-?]. Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/es/es_glossary.html. Acesso em: 7 jan. 2026.

13. LIMA, G. S. *et al.* **Caracterização das intoxicações por produtos de uso domiciliar na cidade de Teresina Piauí**. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, n. 55, e666, 2020.

14. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Definições e termos selecionados**: Projeto IPCS/INTOX sobre Centros de Informação Toxicológica. Genebra: WHO, [s.d.]. Disponível em: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/chemical-safety/intox/definitions-port.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2026.

15. BASSO, C.; GIAMPAOLI, S. **Clinical approach to acute chemical poisoning in adults**. In: GIAMPAOLI, S. (ed.). *Emergencies in Clinical Medicine*. Cham: Springer, 2018. cap. 11, p. 153-165.

16. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Lead Poisoning Prevention**. Atlanta: CDC, 2023. Disponível em: <https://www.cdc.gov/lead-prevention/index.html>. Acesso em: 6 jan. 2026.

17. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO Traditional Medicine Strategy 2014-2023**. Geneva: WHO, 2013. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/92455/9789241506096_eng.pdf. Acesso em: 6 jan. 2026.

18. NELSON, Lewis S. et al. **Goldfrank's Toxicologic Emergencies**. 11. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2019. 1904 p.

19. AMERICAN ACADEMY OF CLINICAL TOXICOLOGY; EUROPEAN ASSOCIATION OF POISONS CENTRES AND CLINICAL TOXICOLOGISTS. **Position paper update: Gastric lavage**. *Clinical Toxicology*, [s. l.], v. 51, n. 3, p. 140-146, 2013. Disponível em: https://eapcct.org/wp-content/uploads/2024/09/PS2013_GastricLavage.pdf. Acesso em: 7 jan. 2026.

20. AMERICAN ACADEMY OF CLINICAL TOXICOLOGY (AACT); EUROPEAN ASSOCIATION OF POISONS CENTRES AND CLINICAL TOXICOLOGISTS (EAPCCT). **Position paper update: Ipecac syrup**. *Clinical Toxicology*, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 133-143, 2004 (reafirmado em 2013). Disponível em: https://eapcct.org/wp-content/uploads/2024/09/PS2013_IpecacSyrup.pdf. Acesso em: 7 jan. 2026.

21. BRASIL. **Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005**. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. *Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 2, 5 maio 2005*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5440.htm. Acesso em: 9 fev. 2026.

22. DUKE UNIVERSITY. Nicholas School of the Environment. Superfund Research Center. **Arsenic Factsheet**. Durham: Duke University, 2018. Disponível em: https://sites.nicholas.duke.edu/superfund/files/2018/08/Arsenic_Factsheet-DukeSuperfund.pdf. Acesso em: 7 jan. 2026.

23. TOXBASE. **Arsenic (III) chloride**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.toxbase.org/poisons-index-a-z/a-products/arsenic-iii-chloride/>. Acesso em: 05 jan. 2026.

24. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **IRIS Toxicological Review of Inorganic Arsenic**. Washington, DC: EPA, 2023. Disponível em: <https://iris.epa.gov/Document/&deid=253756>. Acesso em: 7 jan. 2026.

25. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). **NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards**. Atlanta: CDC, 2019. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0038.html>. Acesso em: 7 jan. 2026.

26. TOXIN AND TOXIN TARGET DATABASE (T3DB). **Arsine** (T3D0234). [S. l.], 2014. Disponível em: <http://www.t3db.ca/toxins/T3D0234>. Acesso em: 7 jan. 2026.

27. BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 07 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-07-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2026.

28. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Instituto René Rachou. **Nota Técnica nº 01/2021: exames toxicológicos da população adolescente e adulta do município de Brumadinho/MG, realizados em julho de 2021**. Belo Horizonte: Fiocruz Minas, 2021. Disponível em: https://www.cpqrr.fiocruz.br/saudebrumadinho/assets/doc/carta_01c41_nota-tcnica-sobre-metais-aos-profissionais-de-sa-de-.pdf. Acesso em: 7 jan. 2026.

29. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Mercurio metálico: ToxFAQs™**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2022. Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_mercmetal5.html. Acesso em: 7 jan. 2026.

30. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Toxicological Profile for Mercury**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2022. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2026.

31. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS (UNIFAL-MG). **Comissão Permanente de Prevenção e Controle de Riscos Ambientais: Mercúrio**. Alfenas, MG, 2013. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/riscosambientais/mercurio>. Acesso em: 7 jan. 2026.

32. FARIAS, Luciana A. et al. **Mercúrio total em cabelo de crianças de uma população costeira**, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 10, p. 2249-2256, out. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csp/2008.v24n10/2249-2256/>. Acesso em: 7 jan. 2026.

33. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e de Vigilância das Emergências em Saúde Pública. **Orientações para a notificação de intoxicações por mercúrio**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021. 14 p. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/intoxicacao/orientacoes-para-a-notificacao-de-intoxicacoes-por-mercurio/view>. Acesso em: 7 jan. 2026.

34. RODRIGUES, Evelyn et al. **O laboratório clínico livre de mercúrio**. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, Rio de Janeiro, v. 47, n. 3, p. 211-216, jun. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpm/a/FLnkGvkfN4jVKMpwbwzDkBC/?lang=pt>. Acesso em: 7 jan. 2026.

35. OLYMPIO, Kelly Polido Kaneshiro. **Casos de intoxicação por mercúrio podem ser acompanhados pelo SUS**. [Entrevista concedida a Bárbara Bigas]. *Jornal da USP*, São Paulo, 10 ago. 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/casos-de-intoxicacao-por-mercurio-podem-ser-acompanhados-pelo-sus/>. Acesso em: 7 jan. 2026.

36. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **ToxFAQs™: Cadmio (Cadmium)**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2016. Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts5.html. Acesso em: 7 jan. 2026.

37. NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION (NCBI). **Cadmium (CID 23973): Associated Disorders and Diseases**. Bethesda: PubChem, 2026. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/23973#section=Associated-Disorders-and-Diseases>. Acesso em: 7 jan. 2026.

38. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Cadmium toxicity**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2023. (Case Studies in Environmental Medicine). Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5-p.pdf> Acesso em: 7 jan. 2026

39. FUNDACENTRO. **Programa de Proteção Respiratória: recomendações, seleção e uso de respiradores**. Coordenação de Maurício Torloni. 4. ed. São Paulo: Fundacentro, 2016. 209 p. Disponível em: http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/a23_1/apache_media/TVBBD65RVMUX25NF4DFJ7K8VKDIM2I.pdf. Acesso em: 9 jan. 2026.

40. BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 06: Equipamento de Proteção Individual (EPI)**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria->

permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-6-nr-6. Acesso em: 9 jan. 2026.

41. BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 15**: Atividades e Operações Insalubres. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978 [atualizada em 2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>. Acesso em: 9 jan. 2026.

42. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Manganese**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2021. Disponível em: <https://wwwn.cdc.gov/tsp/substances/ToxSubstance.aspx?toxid=23>. Acesso em: 8 jan. 2026.

43. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Manganese**. Washington, DC: EPA, 2016. (Hazard Summary). Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-10/documents/manganese.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2026.

44. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Manganese: ToxFAQs™**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2012 [atualizado em 2021]. Disponível em: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxFAQs/ToxFAQsDetails.aspx?faqid=101&toxid=23>. Acesso em: 8 jan. 2026.

45. WILLIAMS, M. et al. **Toxicological Profile for Manganese**. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US), 2012. 1, Public Health Statement. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK158874/>. Acesso em: 8 jan. 2026.

46. RAMOS, Thalita Dallapícula. **Avaliação da exposição ambiental ao manganês na população residente no entorno de um estaleiro no município de Angra dos Reis, RJ**. 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://arca.fiocruz.br/items/38b1ebc3-e1ef-4150-8945-e70d3e1d9ba7>. Acesso em: 8 jan. 2026.

47. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR), 2000. **Toxicological profile for manganese US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA**. Disponível em: <<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp151-c2.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2023.

48. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Instituto René Rachou. **Nota técnica sobre manganês aos profissionais de saúde.** Belo Horizonte: Fiocruz Minas, 2022. (Projeto Saúde Brumadinho). Disponível em: https://www.minas.fiocruz.br/saudebrumadinho/assets/doc/carta_bc002_2022-nota-te-769-cnica-sobre-manganes-aos-profissionais-de-sau-769-de-.pdf. Acesso em: 8 jan. 2026.

49. GOMES, Jorge da Rocha; COLACIOPPO, Sérgio. **Doenças ocupacionais causadas pelo manganês e seus compostos.** [S. l.]: Trabalho Seguro, [1995?]. Disponível em: <http://www.trabalhoseguro.com/Groups/HTML/Manganes/manganes2.html>. Acesso em: 8 jan. 2026.

50. EVANS, Garrett R.; MASULLO, Lawrence N. **Manganese toxicity.** In: STATPEARLS [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023 [atualizado em 10 jul. 2023]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560903/>. Acesso em: 8 jan. 2026.

51. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Ficha de informação tecnológica: Chumbo e seus compostos.** São Paulo: CETESB, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/02/Chumbo.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2026.

52. MOREIRA, Josino Costa; MOREIRA, Frederico Rodrigues. **Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde.** Revista Panamericana de Salud Pública, Washington, DC, v. 15, n. 2, p. 119-129, fev. 2004. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v15n2/20821.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2026.

53. BRASIL. Ministério da Saúde. **Acabar com o envenenamento infantil por chumbo: 22 a 29/10 – Semana Internacional de Prevenção da Intoxicação por Chumbo.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/acabar-com-o-envenenamento-infantil-por-chumbo-22-a-29-10-semana-internacional-de-prevencao-da-intoxicacao-por-chumbo/>. Acesso em: 8 jan. 2026.

54. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Lead poisoning and health.** Geneva: WHO, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>. Acesso em: 8 jan. 2026.

55. INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). **Metais pesados, câncer e os riscos ambientais.** Rio de Janeiro: INCA, 2024. 22 p. Disponível em: <https://ninho.inca.gov.br/jspui/bitstream/123456789/15363/1/Metais%20e%20Cancer.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2026.

56. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Toxicological profile for lead.** Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services,

2020. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2026.

57. SCHIFER, Tiago dos Santos; BOGUSZ JUNIOR, Stanislaw; MONTANO, Maria Anita Escher. **Aspectos toxicológicos do chumbo**. *Infarma* - Ciências Farmacêuticas, Brasília, v. 17, n. 5/6, p. 67-72, 2005. Disponível em: <https://revistas.cff.org.br/infarma/article/view/273>. Acesso em: 8 jan. 2026.

58. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Atenção à saúde dos trabalhadores expostos ao chumbo metálico**. Brasília, DF: Editora do Ministério da Saúde, 2006. 44 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Saúde do Trabalhador; 4. Protocolos de Complexidade Diferenciada). Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_atencao_saude_trab_exp_chumbo_met.pdf. Acesso em: 8 jan. 2026.

59. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Lead poisoning prevention**. Atlanta: CDC, 2024. Disponível em: https://www.cdc.gov/lead-prevention/about/?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/nceh/lead/default.htm. Acesso em: 8 jan. 2026.

60. WANI, Anisa Nasir; ARA, Anjum; USMAN, Jawed. **Lead toxicity: a review**. *Interdisciplinary Toxicology*, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 55-64, jun. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4961898/>. Acesso em: 8 jan. 2026.

61. NAÇÕES UNIDAS. **Relatório destaca que exposição ao chumbo ameaça milhões de crianças globalmente**. Nova Iorque: Nações Unidas, 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/10/1804252>. Acesso em: 8 jan. 2026.

62. BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 2, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as políticas nacionais de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0002_03_10_2017.html. Acesso em: 8 jan. 2026.

63. BRANCO, Jeffer Castelo; BATISTA, Nildo Alves; THOMAZ, Silvia Maria Tagé. **Saúde socioambiental na Atenção Básica: conhecimento, formação e prática**. *Saúde em Debate*, Rio de Janeiro, v. 46, n. 134, p. 734-749, jul./set. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/kpfrBW3dVchpVDdY3KXJZGn/>. Acesso em: 9 jan. 2026.

64. MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde. **Resolução SES nº 9113, de 07 de novembro de 2023**. Divulga a Nota Técnica nº 5/SES/SUBPAS/2023, que estabelece as estratégias e diretrizes para organização e qualificação da assistência aos casos de exposição a substâncias químicas ligadas à atividade minerária e suas implicações, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) de Minas Gerais. Belo Horizonte: SES-MG, 2023. Disponível em: <https://portal-antigo.saude.mg.gov.br/images/documentos/RESOLU%C3%87%C3%83O%20SES%20N%C2%BA%209113.pdf> Acesso em: 9 jan. 2026.

65. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Estratégias de Cuidado em Saúde. **Nota Técnica nº 10/2023-CAIN/CGESCO/DESCO/SAPS/MS**: diretrizes para o trabalho das equipes multiprofissionais na Atenção Primária à Saúde – eMulti. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/notas-tecnicas/2023/nota-tecnica-no-10-2023.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2026.

66. BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.436, de 21 de setembro de 2017**. Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes para a organização da Atenção Básica, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt2436_22_09_2017.html. Acesso em: 9 fev. 2026

67. BRASIL. Lei nº 11.350, de 5 de outubro de 2006. Regulamenta o § 5º do art. 198 da Constituição Federal, dispõe sobre o aproveitamento de pessoal amparado pelo parágrafo único do art. 2º da Emenda Constitucional nº 51, de 14 de fevereiro de 2006, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 6 out. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111350.htm. Acesso em: 9 fev. 2026.

68. MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde. **Nota Técnica nº 44/2025**: perfil epidemiológico da população indígena aldeada em Minas Gerais. Belo Horizonte: SES-MG, 2025. Disponível em: https://www.saude.mg.gov.br/wp-content/uploads/2025/11/SEI_103338949_Nota_Tecnica_44-1-1-1.pdf. Acesso em: 9 jan. 2026.

69. BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 3.088, de 23 de dezembro de 2011**. Institui a Rede de Atenção Psicossocial para pessoas com sofrimento ou transtorno mental e com necessidades decorrentes do uso de crack, álcool e outras drogas, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt3088_23_12_2011_rep.html. Acesso em: 9 jan. 2026.

70. MINAS GERAIS. Comissão Intergestores Bipartite do Sistema Único de Saúde. **Deliberação CIB-SUS/MG nº 1.272, de 24 de outubro de 2012**. Institui a Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência SUS-MG e dá outras providências. Belo Horizonte: SES-MG, 2012. Disponível em: <https://www.saude.mg.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/16-06-Deliberacao1272-02f.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2026.

71. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Programa Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde Relacionado a Substâncias Químicas**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: <http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/sesap/DOC/DOC000000000155441.PDF>. Acesso em: 9 jan. 2026.

72. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Instruções para preenchimento da Ficha de Investigação de Intoxicação Exógena Sinan - Sistema de Informação de Agravos de Notificação**: recurso eletrônico. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. 42 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/intoxicacao_exogena_sinan.pdf. Acesso em: 9 jan. 2026.

73. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Articulação Estratégica de Vigilância em Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. 5. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022. 1.126 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_5ed_rev_atual.pdf. Acesso em: 9 jan. 2026.

74. BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 3.148**, de 6 de fevereiro de 2024. Altera o Anexo 1 do Anexo V à Portaria de Consolidação GM/MS nº 4, de 28 de setembro de 2017, para incluir a infecção pelo vírus Linfotrópico de Células T Humanas - HTLV... na lista nacional de notificação compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública.. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-3.148-de-6-de-fevereiro-de-2024-542935418>. Acesso em: 9 jan. 2026.

75. BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 4, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre os sistemas e os subsistemas do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0004_03_10_2017.html. Acesso em: 9 jan. 2026.

76. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan**: normas e rotinas. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006. 80 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Disponível em:

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sistema_informacao_agrivos_notificacao_sinan.pdf. Acesso em: 9 jan. 2026.

77. DIAS, Elisabeth Costa *et al.* **Atenção à saúde dos trabalhadores expostos à poeira de sílica e portadores de silicose, pelas equipes da atenção básica/saúde da família**. Belo Horizonte: UFMG, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/39998>. Acesso em: 9 jan. 2026.

78. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Coleção Visat: Vigilância em Saúde do Trabalhador: Guia para Análise da Situação de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/saude-do-trabalhador/colecao-visat-volume-1.pdf> www.gov.br. Acesso em: 06 fev. 2026.

79. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Anamnese ocupacional: manual de preenchimento da ficha resumo de atendimento ambulatorial em saúde do trabalhador (Firaast)**. Brasília, 2006. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/anamnese_ocupacional_ficha_atendimento_trabalhador.pdf. Acesso em: 06 fev. 2026.

80. MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde. **Nota Técnica nº 3/2022: orientações para a investigação epidemiológica de DART c/ suspeição de relação com o trabalho**. Belo Horizonte: SES-MG, 2022 (atualizada em 2024). Disponível em: <http://vigilancia.saude.mg.gov.br/index.php/download/nt-ses-mg-no-3-2022-orientacoes-para-a-investigacao-epidemiologica-de-dart-c-suspeicao-de-relacao-com-o-trabalho/>. Acesso em: 9 jan. 2026.

81. BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 588, de 12 de julho de 2018**. Institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS). Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2018. Disponível em: https://dspace.almg.gov.br/bitstream/11037/45261/1/14_RES%20CNS%20N%c2%ba588%20c%20de%2012%20de%20julho%20de%202018.pdf. Acesso em: 9 jan. 2026.

82. MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde. **Vigilância em Saúde Ambiental**. Belo Horizonte: SES-MG, [202-?]. Disponível em: <http://vigilancia.saude.mg.gov.br/index.php/vigilancia-ambiental>. Acesso em: 9 jan. 2026.

83. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **SISAGUA**: Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. Brasília, DF: Ministério da Saúde, [202-?]. Disponível em: <https://sisagua.saude.gov.br/sisagua/paginaExterna.jsf>. Acesso em: 9 jan. 2026.

84. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **VIGIPEQ**: Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Contaminantes Químicos. Brasília, DF: Ministério da Saúde, [202-?]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-ambiental/vigipeq>. Acesso em: 9 jan. 2026.

85. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Diretrizes para a vigilância em saúde de populações expostas a agrotóxicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. 88 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_vigilancia_populacoes_expostas_agrototoxicos.pdf. Acesso em: 9 jan. 2026.

86. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **VIGIAR**: Vigilância em Saúde de Populações Expostas à Poluição Atmosférica. Brasília, DF: Ministério da Saúde, [202-?]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-ambiental/vigiar/vigiar>. Acesso em: 9 jan. 2026.

87. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **VIGIDESASTRES**: Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Desastres. Brasília, DF: Ministério da Saúde, [202-?]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/resposta-a-emergencias/vigidesastres>. Acesso em: 9 jan. 2026.