



MANUAL DE ORIENTAÇÃO

da Sociedade Brasileira de Pediatria

Nº 14, 03 de Novembro de 2025

Anamnese Ambiental em Pediatria - Atualização e Expansão - Análise dos Efeitos Deletérios e dos Referenciais Éticos

Grupo de Trabalho Saúde Planetária – Saúde Única (Gestão 2025-2028)

Coordenador: Clóvis Francisco Constantino (Relator)

Membros: Carlos Augusto Mello da Silva (Relator), Dirceu Solé (Relator),
Evangeline da Motta Pacheco Alves de Araújo,
Fátima Rodrigues Fernandes, Marcelo de Paula Corrêa,
Maria Isabel Amando de Barros, Marilyn Nilda Esther Urrutia Pereira (Relator),
Raquel Prudente de Carvalho Baldaçara

Departamento Científico de Bioética (Gestão 2025-2028)

Presidente: Clóvis Francisco Constantino (Relator)

Secretária: Ana Cristina Ribeiro Zollner

Conselho Científico: Cláudio Barsanti, Eduardo Carlos Tavares,
Marco Antonio Oliveira de Azevedo, Mário Roberto Hirschheimer (Relator),
Nelson Grisard, Paulo Tadeu Falanghe

Departamento Científico de Toxicologia e Saúde Ambiental (Gestão 2025-2028)

Presidente: Rinaldo Fábio Souza Tavares

Secretário: Carlos Augusto Mello da Silva (Relator)

Conselho Científico: Camila Carbone, Ligia Veras Gimenez Fruchtengarten (Relatora),
Marilyn Urrutia Pereira (Relatora)

Colaboradores: Emerson Silva, Luciana Rodrigues Silva, Rodrigo, Douglas Rodrigues,
Rosirene Maria Dall'Agnese





Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria Anamnese Ambiental em Pediatria - Atualização e Expansão - Análise dos Efeitos Deletérios e dos Referenciais Éticos

S678 Sociedade Brasileira de Pediatria.

Anamnese Ambiental em Pediatria: atualização e expansão - análise dos efeitos deletérios e dos referenciais éticos (manual de orientação)/ Grupo de Trabalho Saúde Planetária – Saúde Única; Departamento Científico de Bioética; Departamento Científico de Toxicologia e Saúde Ambiental; Emerson Silva, Luciana Rodrigues Silva, Rodrigo, Douglas Rodrigues, Rosirene Maria Dall’Agnese (cols.). - Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Pediatria, 2025.

26 f.

ISBN: 978-85-88520-66-0.

1. Anamnese ambiental 2. Saúde planetária 3. Bioética 4. Toxicologia
5. Saúde ambiental 6. Pediatria I. Sociedade Brasileira de Pediatria.
II. Título.

SBP/RJ
CDD: 615.372

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Brasil Seixas Bruno CRB-7/7005

Sumário

I. INTRODUÇÃO À SAÚDE AMBIENTAL EM PEDIATRIA	5
1. Definição de saúde ambiental em Pediatria	5
2. Fatores que predispõem a criança à maior exposição	6
3. Principais ameaças ambientais à saúde da criança	9
Qualidade da água	9
Qualidade do ar	10
Poluição aérea	10
Poluição doméstica (“Indoor”)	11
Agentes biológicos (ácaros, fungos, pelos de animais)	11
Fumaça do tabaco	11
Dispositivos eletrônicos liberadores de nicotina	12
Combustão	12
Cozimento	12
Queima de velas	12
Queima de espirais/incensos	13
Aspiradores de pó	13
Impressora a laser	13
Produtos de limpeza doméstica	13
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	13
Poluição externa (“Outdoor”)	13
Monóxido de carbono (CO)	14
Óxidos de nitrogênio (NOx)	15
Dióxido de enxofre (SO ₂)	15
Ozônio	15
Produtos químicos: interferentes ou disruptores endócrino	16



Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria

Anamnese Ambiental em Pediatria - Atualização e Expansão - Análise dos Efeitos Deletérios e dos Referenciais Éticos

Bisfenol A (BPA)	16
Ftalatos	16
Pesticidas	16
Metais pesados	16
Chumbo (Pb)	17
Lixo eletrônico	17
Radônio	18
Quebra da barreira epitelial	18
Detergentes	18
Emulsificantes	18
Microplásticos	19
Asbesto/amianto	19
Formaldeído	19
Emissões relacionadas ao gás de cozinha	20
4. Análise dos efeitos deletérios e dos referenciais éticos	20
Impactos das mudanças climáticas sobre a saúde das crianças	20
Bioética e vulnerabilidade infantil diante das mudanças climáticas	20
Princípio da não maleficência	20
Princípio da beneficência	20
Princípio da justiça	20
Princípio da autonomia	21
Conclusões	21
Referências	25
II. ROTEIRO DE ANAMNESE AMBIENTAL EM PEDIATRIA	24

As mudanças climáticas são a principal ameaça à saúde pública do século XXI e estão associadas com consequências deletérias à saúde, incluindo repercussões na saúde mental. Os eventos climáticos extremos têm sido cada vez mais frequentes e gerado muitos desconfortos materiais, físicos e emocionais. Representados por ondas de calor, desertificação, incêndios florestais, tempestades mais volumosas e persistentes, enchentes, furacões e ciclones, entre outros¹.

Associadas à poluição do ar, as mudanças climáticas constituem os principais fatores que contribuem para emergências de saúde em todo o mundo. Em escala global, os grupos mais expostos aos efeitos adversos à saúde associados a essas mudanças incluem crianças, idosos, povos originários, indivíduos sem teto e outros grupos vulneráveis. O conhecimento dessa exposição é primordial para que condutas para mitigá-la possam ser tomadas².

Em maio de 2019, o Departamento Científico de Toxicologia e Saúde Ambiental da Sociedade Brasileira de Pediatria publicou um documento em que apresentava os diferentes fatores potencialmente envolvidos e de risco para a saúde dos seres humanos. Nesse intervalo de tempo, novos conhecimentos foram adquiridos o que nos levou a atualizar o documento anterior³.

INTRODUÇÃO À SAÚDE AMBIENTAL EM PEDIATRIA

1. Definição de saúde ambiental em Pediatria

A Pediatria Ambiental (*Children's environmental health* - CEH) é o ramo da pediatria que estuda as influências do ambiente sobre a saúde e o desenvolvimento da criança. Teve sua origem nas áreas de Toxicologia, Saúde Ocupacional, Epidemiologia e Toxicologia Pediátrica e alcançou importância crescente nas últimas décadas e atualmente integra um dos programas em saúde da OMS^{4,5}.

Conforme a OMS, a saúde ambiental abrange todos os aspectos da vida humana, incluindo a qualidade de vida em seus aspectos biológicos, químicos, físicos, sociais e psicossociais. Também engloba as medidas teóricas e práticas para avaliar, corrigir, controlar e prevenir

fatores ambientais que poderiam afetar de forma adversa a saúde das gerações presente e futuras. As condições ambientais estão entre os fatores determinantes da saúde infantil. Crianças abaixo de 5 anos são as mais afetadas, estima-se que 26% dos 5,9 milhões de óbitos no mundo neste grupo etário em 2015 estavam relacionados ao ambiente⁶.

Os riscos ambientais incluem qualidade da água, saneamento, poluição, produtos químicos, praguicidas, contaminação de alimentos, radiação, mudanças climáticas, entre outros. No mundo atual vivemos cercados por milhares de substâncias químicas decorrentes de atividades industriais e agrícolas, muitas são substâncias novas que podem oferecer riscos à saúde ainda pouco conhecidos. Enquanto doenças respiratórias, gastrointestinais e alérgicas têm relação bem estabelecida com fatores ambientais, outras alterações como as neurocomportamentais, endócrinas e câncer permanecem em investigação^{7,8}.

As crianças nas diversas faixas etárias apresentam características fisiológicas e comportamentais que facilitam maior exposição, como exemplos a maior proximidade com o solo pela sua estatura, o ato de engatinhar ou por levar objetos à boca. Em geral, crianças menores têm pouco controle sobre o meio que as cerca, desconhecem os perigos e não têm entendimento próprio para se proteger. Estão em constante crescimento e desenvolvimento, e apresentam maior vulnerabilidade aos efeitos de agentes externos que os adultos. Determinadas exposições que ocorrem em etapas precoces do desenvolvimento podem resultar em doença na infância e persistir como alterações incapacitantes durante toda a vida do indivíduo.

A exposição aguda aos produtos tóxicos também é um evento comum em Pediatria, principalmente em crianças abaixo dos 6 anos. Geralmente são exposições acidentais e de baixa gravidade. Entretanto, a maioria destes casos poderia ser evitada somente pela prevenção, com o uso adequado e adotando o armazenamento seguro de produtos na residência.

O pediatra pode exercer um papel fundamental durante o acompanhamento do desenvolvimento da criança, identificando pela história clínica os principais riscos ambientais, investigando onde a criança ou o adolescente vive, brinca, estuda ou trabalha. Uma maior atenção deve ser dada às condições da residência da criança, pois é onde ela passa a maior parte de seu tempo. O pediatra tem a oportunidade de promover a conscientização dos familiares, professores e cuidadores sobre a importância do ambiente seguro e adequado para a saúde da criança^{3,7,8}.

2. Fatores que predisõem a criança à maior exposição

A criança é especialmente sensível e vulnerável à exposição aos agentes químicos (xenobióticos) presentes no ambiente em que se encontra. Isto se deve, inicialmente às suas características fisiológicas e demandas específicas e necessárias para seu crescimento e desenvolvimento.

As crianças ingerem mais água e alimentos e respiram maior quantidade de ar por unidade de peso corporal que um adulto. Um lactente de seis meses pode ingerir sete vezes mais água do que um adulto⁹. Isto representa cerca de 180 ml/kg peso/dia se for alimentado com leite em pó reconstituído⁹. A criança com menos de um ano de vida amamentada ao seio ingere, em média, 427 a 765 ml/dia de leite materno, podendo chegar até a volumes de 1059 ml/dia⁹. Isto pode permitir que agentes químicos presentes na água, como metais (chumbo) ou compostos orgânicos lipossolúveis absorvidos pela mãe (poluentes orgânicos persistentes, como bifenilas policloradas/PCBs e inseticidas organoclorados/DDT), e veiculados ligados à gordura no leite materno, sejam detectados em fluidos biológicos do lactente^{9,10}.

Um lactente de seis meses consome 7 ml/kg peso/minuto de oxigênio (O₂), o dobro do volume minuto de um adulto, o que o expõe mais a poluentes presentes no ar do ambiente doméstico¹⁰. Como, pelos comportamentos característicos deste estágio do desenvolvimento (pouca mobilidade inicial e en-

gatinhar no segundo semestre), o lactente costuma respirar mais próximo do solo, tem maior risco de exposição a material particulado e alguns gases (como monóxido de carbono e radônio) que se acumulam nesta zona¹⁰.

Com maior demanda calórica e alimentos preponderantes na dieta, como leite e frutas, quaisquer contaminantes indesejáveis presentes nestes alimentos também podem impactar a saúde do lactente e pré-escolar de forma particular, diferindo do adulto com dieta muito mais diversificada⁹⁻¹¹. Os pré-escolares consomem 3 a 4 vezes mais alimentos por quilograma de peso em relação ao adulto⁷. O acesso de poluentes ambientais, por via oral, ao organismo do lactente e do pré-escolar, também pode ocorrer pelo hábito de levar frequentemente a mão à boca.

Quanto às características fisiológicas e diferenças ou limitações na forma como o lactente lida com os xenobióticos, algumas informações estão detalhadas na Tabela 1.

Outro aspecto fundamental que o pediatra deve levar em conta, quanto à possibilidade de que seu paciente possa ter sofrido algum dano resultante de exposição a agentes químicos ou biológicos, em algum momento da sua vida, que possa ter relação com qualquer comprometimento onde fatores externos produzam danos a sua saúde atual, é o conceito das “janelas de suscetibilidade.” Estas “janelas de suscetibilidade” identificam momentos cruciais desde a vida intrauterina até a adolescência, onde fatores externos produzam danos ao ser humano em crescimento e desenvolvimento.

Tabela 1. Comparação entre parâmetros fisiológicos que resultam em diferenças toxicocinéticas entre lactentes, crianças e adultos¹²

Processo Fisiológico	Parâmetro Fisiológico	Principais Diferenças / Marcos no Desenvolvimento
Absorção	Gastrintestinal	RN e lactente têm pH gástrico mais elevado, esvaziamento gástrico e motilidade GI reduzidos em relação à criança maior e adultos. Absorção GI pode ser menor, mas depende do agente químico.
	Dérmica	Propriedades de barreira presentes no RN a termo. Progridem rapidamente em poucos dias após o nascimento, comparando-se ao adulto.

continua...

Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria
Anamnese Ambiental em Pediatria - Atualização e Expansão -
Análise dos Efeitos Deletérios e dos Referenciais Éticos



... continuação

Processo Fisiológico	Parâmetro Fisiológico	Principais Diferenças / Marcos no Desenvolvimento
Distribuição	Volume de Distribuição	Lactentes têm maior conteúdo de água corporal (80% a 90%) do que o adulto (55% a 60%). RN tem cerca de 40% de água no extracelular comparado aos 20% do adulto e, portanto, maior volume de distribuição.
	Ligação proteica	Lactentes têm menor nível de proteínas séricas. Para agentes químicos que se ligam a proteínas, os lactentes apresentam maior fração do agente livre no plasma.
Biotransformação (hepática)	Tamanho do fígado	Lactentes apresentam, proporcionalmente, um fígado maior (5% do peso corporal) em relação ao adulto (2%).
	Fluxo sanguíneo hepático	Menor nos lactentes. Porém, quando ajustado pelo tamanho do fígado e o peso corporal é mais elevado no RN e semelhante entre lactentes, crianças e adultos.
	Conteúdo enzimático (citocromo, CYP)	Os níveis ao nascer e o tempo de maturação são muito variáveis. Certas frações do citocromo se aproximam dos níveis adultos em poucas semanas (CYP3A4/5) enquanto outras levam anos para maturação (CYP1A2).
	Fase II da biotransformação	Lactentes têm menor capacidade de glicuronidação, atingindo níveis semelhantes aos do adulto entre 3 e 6 meses de vida. Em contraste, a conjugação com sulfato se aproxima da capacidade do adulto já ao nascimento.
Excreção (renal)	Fluxo sanguíneo renal	Menor inicialmente no lactente, atinge níveis semelhantes ao do adulto por volta de 5 meses de idade.
	Taxa de filtração glomerular	É reduzida no lactente, mas matura rapidamente. A literatura sugere atingir a capacidade do adulto aos 6 meses. Crianças têm taxas que geralmente excedem as do adulto.
	Secreção tubular	Baixa inicialmente no lactente, atinge os níveis do adulto por volta dos 2 meses. Porém a maturação aqui é bem mais variável, se comparada com a taxa de filtração glomerular. Em crianças, a secreção tubular pode exceder a do adulto.
	Reabsorção tubular	Baixa nos lactentes. O tempo de maturação não está bem definido. É mais importante para agentes lipossolúveis que não são biotransformados no organismo.

Quanto à vida intrauterina, como as possíveis intervenções do pediatra estão mais restritas ao período perinatal (consulta pré-natal), onde as influências externas

já se consolidaram e, aquelas relacionadas ao uso de fármacos (anestésicos, analgésicos) e substâncias lícitas e ilícitas (drogas de abuso) serem de amplo co-

Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria

Anamnese Ambiental em Pediatria - Atualização e Expansão -

Análise dos Efeitos Deletérios e dos Referenciais Éticos

nhecimento, não vamos abordar aqui as intervenções médicas que possam prevenir os danos ao feto¹³. Por fim, para auxiliar o pediatra quanto ao momento em que agentes presentes no meio ambiente podem impactar na saúde de seu paciente e o que podemos fazer para

reduzir estes danos, destacamos alguns aspectos importantes na Tabela 2. Os agentes químicos são mais numerosos e as estratégias preventivas vão além das aqui abordadas, e poderão ser objeto de notas técnicas e documentos futuros.

Tabela 2. Riscos ambientais para a criança e adolescente em diferentes estágios do crescimento e desenvolvimento. (adaptada e atualizada de Bearer C¹⁴)

Etapas do Desenvolvimento	Característica do Período	Fontes de Exposição	Vulnerabilidades Biológicas	Medidas Preventivas e Regulatórias Sugeridas
RN até 2 meses	Não deambula. Ambiente restrito. Alto aporte hídrico e calórico. Volume minuto respiratório alto. Permeabilidade dérmica. pH gástrico mais alto (baixa acidez).	Leite materno. Leite em pó reconstituído. Água encanada. Água de poço. Ar do ambiente doméstico.	Migração celular no cérebro. Mielinização. Estabelecimento de sinapses. Desenvolvimento dos alvéolos (pulmão). Crescimento rápido e mineralização (ossos).	Atenção à geração de normas (leis) de proteção quanto a agentes como: Bifenilas policloradas (PCBs), Chumbo, Bisfenol A**, Ftalatos**, Triclosan**, compostos Perfluoroalquil*. Banir a fumaça de tabaco do ambiente doméstico. Educar tanto as famílias quanto os legisladores sobre as ameaças ambientais.
2 meses até 2 anos	Maior locomoção. Leva muito a mão à boca. Ambiente restrito. Pouca variação na dieta.	Alimentos infantis (papas de legumes, frutas, leite e derivados). Ar de ambientes fechados. Exposição maior a agentes concentrados ou que se depositam próximo ao solo (piso, tapetes, gramados). Água.	Continua a formação de sinapses (cérebro). Desenvolvimento dos alvéolos (pulmão) continua.	Atenção à geração de normas (leis) de proteção quanto a agentes como: Radônio, Pesticidas de uso doméstico (Agrotóxicos). Banir a fumaça de tabaco do ambiente doméstico. Educar tanto as famílias quanto os legisladores sobre as ameaças ambientais.
Pré-escolar (2 a 6 anos)	Evolução da fala. Brinca só e em grupo. Aumenta aporte de frutas e legumes.	Come em casa e na escola. Ar ambiente escolar e espaços abertos. Água da escola.	Adequação das conexões dendríticas. Desenvolvimento dos alvéolos (pulmão) continua. Aumento do volume do pulmão.	Atenção à geração de normas (leis) de proteção quanto a agentes como: Fumaça do tabaco. Resíduos de pesticidas (alimento). Educar tanto as famílias quanto os legisladores sobre as ameaças ambientais.

continua...

Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria
Anamnese Ambiental em Pediatria - Atualização e Expansão -
Análise dos Efeitos Deletérios e dos Referenciais Éticos



... continuação

Etapa do Desenvolvimento	Característica do Período	Fontes de Exposição	Vulnerabilidades Biológicas	Medidas Preventivas e Regulatórias Sugeridas
Escolar (6 a 12 anos)	Atividades de lazer ao ar livre (playground). Aumento de interação e atividades em grupo.	Come em casa e na escola. Ar ambiente escolar e espaços abertos. Água da escola. Materiais de ensino, brinquedos.	Formação de sinapses específicas. Adequação das conexões dendríticas. Expansão do volume pulmonar.	Atenção à geração de normas (leis) de proteção quanto a agentes como: Asbesto (casas). Chumbo (contaminação do ar, solo e água). Bisfenóis ^{***} , Iorofenóis ^{***} , Parabenos, triclosan ^{***} , Benzofenonas ^{***} . Educar tanto as famílias quanto os legisladores sobre as ameaças ambientais.
Adolescente (12 a 18 anos)	Desenvolvimento do pensamento (abstração). Puberdade. Picos de crescimento.	Dieta ampla. Ar atmosférico. Água. Início de atividade laboral. Autodeterminação.	Continua a formação de sinapses (cérebro). Expansão do volume pulmonar. Maturação das gônadas. Maturação de óvulos e espermatozoides. Desenvolvimento das mamas.	Programas voltados para o adolescente. Atenção à geração de normas (leis) de proteção quanto a agentes como: Bisfenóis ^{***} , Clorofenóis ^{***} , Parabenos, triclosan ^{***} , Benzofenonas ^{***} . Regulação do trabalho do adolescente, tanto rural quanto urbano. Educar tanto as famílias quanto os legisladores sobre as ameaças ambientais.

^{**} Inclusão de agentes químicos relevantes no período em questão de acordo com Braun J¹⁵

^{***} Inclusão de agentes químicos relevantes no período, segundo Rocha B et al¹⁶

3. Principais ameaças ambientais à saúde da criança

Qualidade da água

Em todo o mundo, cerca de três em cada dez pessoas (2,1 bilhões) não têm acesso à água potável em suas residências. Além disso, a OMS estima que cerca de 60% da população mundial ainda não possui saneamento seguro, sobretudo em zonas rurais. Anualmente, em todo o mundo, cerca de 361 mil crianças com menos de cinco anos ainda morrem devido à diarreia. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 6

tem como intuito garantir, até 2030, acesso universal e equitativo à água potável e aos serviços de saneamento e higiene¹⁷.

A exposição a más condições de saneamento básico e dificuldade de acesso à água potável implica em contaminação por agentes biológicos, incluindo bactérias, vírus e protozoários, e agentes químicos, como efluentes domésticos e industriais.

A frequência de cada agente etiológico é variável conforme o local da exposição, dependendo das doenças infecciosas endêmicas locais, condições de saneamento, fiscalização da qualidade da água e atividades industriais realizadas na área¹⁸.

Dentre os agentes infecciosos mais prevalentes, destacam-se entre as bactérias a *E. coli*, incluindo



Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria

Anamnese Ambiental em Pediatria - Atualização e Expansão - Análise dos Efeitos Deletérios e dos Referenciais Éticos

O157:H7, *Salmonella*, *Shigella*, *Campilobacter*, *Yersinia* e *Mycobacterium avium*. Os vírus mais comumente encontrados são *Norovirus*, *Sapovirus*, *Rotavirus*, *Enterovirus* e os vírus da hepatite A e E. Dos protozoários destaca-se *Giardia*, *Cryptosporidium*, *Cyclospora*, *Microsporidia*, *Isospora* e *Naegleria fowleri*¹⁹.

Toda criança com quadro diarreico agudo deve ser investigada quanto à exposição ambiental a fatores de risco para tais agentes infecciosos,

como consumo de água de poços, ausência de condições de higiene e saneamento básico adequado em domicílio, modo do preparo alimentar e banho em rios ou lagos com águas poluídas, dentre outras.

Além dos agentes infecciosos, uma grande variedade de agentes químicos também pode ser encontrada em águas poluídas, podendo gerar danos agudos ou resultados de exposição crônica.

Tabela 3. Principais agentes químicos encontrados em águas poluídas¹⁹.

Agentes	Principais fontes	Efeitos
Nitratos	Esgoto e fertilizantes	Metemoglobinemia. Possível carcinogênico
Pesticidas e compostos orgânicos voláteis	Gasolina, agentes de limpeza a seco, dentre outras	Efeitos específicos de cada composto
Chumbo	Lixiviação	Encefalopatia na exposição aguda e alterações no desenvolvimento cognitivo e neurológico na exposição continuada
Arsênico	Formações rochosas específicas	Carcinogênese, principalmente bexiga, pele e pulmão
Cromo hexavalente	Galvanoplastia e outras atividades industriais	Tóxico e carcinogênico em modelos animais
Radônio*	Gás radioativo natural	Carcinogênico pulmonar
Fluoreto	Naturalmente presente na água de algumas regiões	Em grandes quantidades, causa fluorose dentária
Urânio	Presente em alguns tipos de rochas e granitos, bem como em detritos industriais	Em altas doses é agudamente tóxico
Éter metil terc-butilíco (MTBE)	Aditivo de combustíveis	Carcinogênico em modelos animais
Perclorato	Agente oxidante usado em fogos de artifício, airbags, combustíveis de foguetes, dentre outros	Inibe a síntese de hormônio tireoidiano

* Fonte de radiação ionizante carcinogênica

Qualidade do ar

Poluição aérea

As crianças apresentam uma taxa metabólica basal e de consumo de oxigênio maior do que os adultos; por

isso, inalam maior quantidade de poluentes por quilo-grama de peso.

Além disso, a via aérea infantil tem menor calibre e maior resposta irritativa, o que faz com que a obstrução seja mais relevante quando em contato com a poluição. O tamanho das partículas é o fator mais

relevante na determinação do local de deposição (Quadro 1).

As partículas finas permanecem na atmosfera por grandes períodos e são as principais responsáveis pelos efeitos respiratórios nas crianças.

Quadro 1. Penetração de Partículas no Sistema Respiratório: Distribuição por Tamanho

Partículas calibrosas (2,5 a 10 micrômetros)	Trato respiratório superior e grandes vias aéreas.
Partículas finas (<2,5 micrômetros)	Bronquíolos terminais e alvéolos.

Poluição doméstica (“Indoor”)

O nível de desenvolvimento social e econômico está ligado a fatores determinantes da poluição do ar intradomiciliar (PID). Nos países em desenvolvimento, os principais poluentes são os combustíveis sólidos, enquanto nos países industrializados aparecem os produtos químicos e as “novas substâncias” (como o formaldeído, inseticidas e ftalatos). A fumaça do tabaco é presente em todos os contextos²⁰.

A qualidade do ar intradomiciliar é influenciada por fontes internas e por poluentes do meio externo. A PID advém de lareiras/fogões a lenha, fogões a gás mal instalados ou aquecedores com pouca manutenção, além de poluentes externos que infiltram-se no ambiente fechado, provenientes do tráfego, de atividades industriais ou agrícolas. Assim, há aumento do nível de produtos de combustão e gases tóxicos como monóxido de carbono e dióxido de nitrogênio dentro dos ambientes fechados. A esses, podem somar-se compostos voláteis oriundos de várias fontes (tintas, colas, perfumes, propelentes de sprays e produtos de limpeza).

A exposição à PID piora condições crônicas (rinite alérgica, asma) e aumenta a incidência de doenças agudas como pneumonia, otites e resfriados. Cronicamente, essa exposição repercute em menor crescimento pulmonar com comprometimento de sua função e aumento da suscetibilidade a doenças.

Agentes biológicos (ácaros, fungos, pelos de animais)

Ambientes úmidos favorecem a proliferação de ácaros, fungos e bactérias. Colchões, tapetes, bichos de pelúcia, móveis costumam ser os principais reservatórios. Os ácaros se alimentam da caspa humana e habitam

roupas de cama, brinquedos macios, carpetes. O pelo e a urina de animais de estimação, insetos e roedores, o pólen de plantas interiores e o mofo são também conhecidos como importantes alérgenos domésticos.

O controle ambiental com lavagem frequente das roupas de cama com água quente, organização de ambientes em desordem, aspiração e/ou remoção dos tapetes parece contribuir para a não sensibilização aos alérgenos do ácaro. Por outro lado, os fungos costumam causar reações alérgicas (hipersensibilidade imediata-tipo 1) como asma, rinite e urticária. Infecções fúngicas são raras e em geral se restringem a crianças imunodeprimidas (aspergilose). A ação tóxica dos fungos se dá pela liberação de micotoxinas responsáveis por doenças como anemia, hemorragia pulmonar, nefropatias, imunossupressão e câncer.

Fumaça do tabaco

O fumo é uma das fontes interiores mais comuns de emissões de aerossol. O fumo passivo é um importante fator de risco para crianças, gestantes e outros indivíduos não fumantes. Sem ventilação natural adequada, fumar pode elevar as concentrações de aerossol em ambientes internos e edifícios.

O tabagismo passivo é responsável por muitos problemas de saúde das crianças. As crianças cujas mães são fumantes têm cerca de 70% mais problemas respiratórios e maior número de hospitalizações ao longo do primeiro ano de vida. A exposição intraútero ao tabaco aumenta a mortalidade infantil em até 80%. A fumaça liberada pelos cigarros, charutos ou cachimbos é composta por mais de 3800 substâncias diferentes e os níveis de matéria particulada chegam a ser três vezes maiores em casas com tabagistas. Os efeitos do tabaco variam ao longo da vida (Quadro 2).

Quadro 2. Impactos comuns do tabagismo passivo nas diferentes fases da vida

Fase da Vida	Efeitos
Intraútero	Abortamentos Baixo peso ao nascer Redução do crescimento pulmonar Alterações neurocomportamentais Redução do quociente de inteligência Aumento no risco de câncer infantil
Lactentes	Aumento do risco de morte súbita do lactente Bronquiolite Infecções da orelha média Pneumonia
Infância	Asma Pneumonia
Adolescência e idade adulta	Aumento do risco em fumar Doenças cardiovasculares Aumento do risco de câncer

Dispositivos eletrônicos liberadores de nicotina

Os cigarros eletrônicos ou vaporizadores ou VAPE são dispositivos vendidos em conjunto com soluções contendo nicotina e outros agentes e que são destinados a substituir o consumo dos cigarros comuns. Embora tenham consumo e venda proibidos no Brasil, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, podem ser adquiridos facilmente pela internet e tem uso muito difundido entre adolescentes e adultos. Podem causar dano pulmonar agudo grave denominado Evali (do inglês *e-cigarette or vaping product use associated lung injury*). Entidade nosológica distinta, cuja fisiopatogenia está, provavelmente, relacionada a uma ou mais substâncias presentes nas soluções utilizadas nos dispositivos. Asma parece ser fator predisponente para a ocorrência de casos graves. A concentração de nicotina, presente nessas soluções inaladas é muitas vezes maior que a inalada pelo cigarro normal, portanto é mais poluente.²¹

Combustão

Os combustíveis sólidos (lenha, carvão, madeira de demolição, etc.) compreendem 10-15% do combustível utilizado para cozimento e aquecimento em domicílios no Brasil. Gases provenientes da combustão de biomassa chegam a acumular em ambientes internos até

100 vezes mais do que em ambientes externos. Mulheres em idade fértil, bebês e crianças são as mais expostas. O carvão libera hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), benzeno, formaldeído, enxofre, metais pesados e flúor²².

Cozimento

Em ambientes internos, cozinhar é uma tarefa reconhecida como fonte produtora de aerossóis. Durante as atividades de cozimento, em ambientes sem fumantes, documentou-se aumento dos níveis de PM_{2,5} que atingiram 160 mcg/m³ na cozinha e 60 mcg/m³ na sala. Na dependência do método de cozimento empregado (vapor, fervura ou fritura), o que utilizou óleo gerou mais aerossóis. O azeite de oliva e o óleo de amendoim foram associados a maior emissão de PM_{2,5} em comparação aos óleos de coco, soja, milho e canola²³.

Queima de velas

Usadas para fins estéticos e religiosos, meditação, memoriais e cerimônias), geralmente em ambientes internos, a queima é fonte de emissão de partículas. A geração de partículas ultrafinas pela queima de velas é maior do que a gerada por fumar, fritar carne, cozinhar com fogão elétrico, entre outras. Essas partículas ultrafinas depositam-se, em sua maioria, na região alveolar.²³

Queima de espirais/incensos

A queima de espirais (“mata-mosquitos”) é muito usada como repelente de insetos no verão. Em geral, são queimados lentamente em ambientes fechados e geram altas concentrações de PM. O mesmo ocorre com a queima de incensos em ambientes fechados, outra fonte importante de PM₁₀ (partículas com diâmetro inferior a 10 µm) e PM_{2,5}.²³

Aspiradores de pó

Também são fontes geradoras de partículas aerotransportadas por sua capacidade de liberar ou ressuspender grandes quantidades de pequenas partículas no ar interno²³.

Impressora a laser

Pode ser fonte principal de aerossóis em escritórios ou em lares que tenham esse tipo de impressora, e é maior com as coloridas²³.

Produtos de limpeza doméstica

Os desinfetantes mais potentes têm tido seu uso mais estimulado para reduzir as taxas de infecção viral,

causando superexposição dos indivíduos a agentes químicos deles liberados, proporcionando riscos não intencionais para a saúde humana. O mesmo deve ser lembrado com relação aos produtos de beleza sob a forma de *spray*²⁴.

Compostos Orgânicos Voláteis (COV)

Os COV são utilizados em tintas, vernizes, ceras, cosméticos, agentes desengordurantes, conservantes de madeira, *sprays*, produtos de limpeza, desinfetantes, repelentes de traça, colchões, purificadores de ar e outros, paredes úmidas após inundações (síndrome do edifício doente). Os níveis médios de diversos compostos orgânicos no ar ambiente são de 2 a 5 vezes maior do que no ar exterior, podendo ser ainda maiores quando manipulados (remoção de tinta, por exemplo). Alguns são altamente tóxicos, enquanto outros não têm efeitos conhecidos. Os sintomas imediatos após a exposição incluem irritação ocular e nasofaríngea, dores de cabeça, perda da coordenação, náuseas, tonturas e distúrbios visuais. Pode também ocorrer deficiência de memória e danos ao fígado, rins e sistema nervoso central (SNC), especialmente após contato prolongado ou recorrente. As medidas para sua redução no ambiente doméstico estão no Quadro 3.

Quadro 3. Medidas para redução dos Compostos Orgânicos Voláteis: Recomendações de Segurança para o Uso de Produtos Domésticos

Ação	Detalhe da Recomendação
Uso	Usar produtos domésticos de acordo com as instruções do fabricante.
Ventilação	Garantir a circulação de ar fresco em abundância ao usar esses produtos.
Descarte e Compra	Jogar fora os recipientes não utilizados ou pouco utilizados de forma segura; comprar em quantidades que possam ser usadas em breve.
Segurança	Manter fora do alcance de crianças e de animais de estimação.
Misturas	Nunca misturar produtos de cuidados da casa a não ser que seja indicado no rótulo.

Poluição externa (“Outdoor”)

A poluição externa advém da queima de combustíveis fósseis, processos industriais e agrícolas, incineração de resíduos, além de fenômenos naturais (vulcões, tempestades, ciclones). Pequenas partículas, gases, metais pesados e poluentes orgânicos produzidos podem contaminar o ar, a água e o solo mesmo longe do local

de emissão. O clima e a topografia também influenciam na quantidade de poluição do ar. Áreas frias tendem a acumular mais poluentes. Combustíveis fósseis estão associados a um aumento de mortes por doenças do trato respiratório inferior em crianças.

A poluição do ar tem amplo impacto sobre a saúde e a sobrevivência das crianças. A exposição à poluição

atmosférica contribui com mais da metade das mortes, decorrentes de infecções respiratórias agudas em crianças menores de 5 anos em países de baixa e média rendas, e está direta ou indiretamente relacionada a riscos ambientais, o que a torna uma das principais causas de morte infantil em todo o mundo²⁵.

Os níveis de poluentes num determinado local são influenciados por condições meteorológicas, das quais as mais importantes são as inversões térmicas, a baixa velocidade dos ventos e as queimadas. Os poluentes atmosféricos provêm de várias fontes, e cada um apresenta características diferentes dependendo da composição e condições sob as quais foram produzidos. A exposição à poluição do ar ambiente começa a influenciar no útero materno e pode prejudicar o desenvolvimento placentário, provocando diminuição do seu tamanho, do transporte de oxigênio e de nutrientes e gerando estresse oxidativo. Quando o feto é exposto a estímulos nocivos, a programação fetal é alterada provocando diferentes alterações, como remodelamento das células pulmonares, predisposição a malformações, baixo peso ao nascer e alterações no sistema imunológico.

A poluição relacionada com o tráfego é um assunto de preocupação generalizada. A exposição a dióxido de nitrogênio, PM_{2,5} e PM₁₀ durante a gravidez e durante o primeiro ano de vida foi associada a autismo, alterações na função cognitiva, psicomotora e problemas comportamentais, além de maior prevalência de crianças com função pulmonar anormal e desenvolvimento de asma. A exposição pré-natal à poluição do ar está relacionada ao trânsito e o risco de infecção respiratória (incluindo pneumonia, bronquiolite e crupe) no início da vida^{25,26}.

Os principais poluentes do ar externo são o PM (Quadro 4), o ozônio, o monóxido de carbono, o óxido de nitrogênio e o dióxido de enxofre. Os níveis desses poluentes no ar influenciam cronicamente o desenvolvimento pulmonar, alterando a sua função. A matéria particulada é constituída por um núcleo de carbono onde gases, metais e compostos orgânicos podem se agregar, potencializando os efeitos clínicos. Partículas menores tendem a se depositar distalmente no trato respiratório, podendo atingir alvéolos e circulação sistêmica, enquanto partículas calibrosas tendem a ficar retidas no trato respiratório superior²⁷.

Quadro 4. Material Particulado (PM) suspensas no ar e seus diâmetros

Tipo de Partícula	Descrição	Diâmetro (D)
PM10	Partículas grossas	D < 10 micrômetros
PM2,5	Partículas finas	D < 2,5 micrômetros
PM0,1	Partículas ultrafinas	D < 0,1 micrômetros

Tabela 4. Poluição externa: deposição de poluentes

Solubilidade em Água	Nível do Impacto Inicial	Composto
ALTA	Olhos Nariz Faringe Laringe	Aldeídos Amônia Cloro Dióxido de enxofre
MÉDIA	Traqueia Brônquios	Ozônio
BAIXA	Bronquíolos Alvéolos	Dióxido de nitrogênio Fosgênio

Para os gases, a solubilidade em água é o que determina a deposição no trato respiratório.

Monóxido de carbono (CO)

É gás incolor e inodoro formado pela queima incompleta de combustíveis à base de carbono. Sua afinidade

à hemoglobina é 240-270 vezes maior que a do oxigênio, sendo que com a hemoglobina fetal é maior ainda. A inalação e intoxicação por CO resulta em hipóxia tecidual, principalmente para os sistemas com altas taxas metabólicas como os sistemas nervoso central e cardiovascular. Clinicamente, os sintomas podem variar desde desconforto até perda de cons-

ciência e morte. O tratamento da intoxicação consiste em oxigênio suplementar de 100%, suporte ventilatório e monitoramento de arritmias cardíacas. A eliminação de meia-vida de COHb é de aproximadamente 4 horas em ar ambiente, 1 hora com fornecimento de oxigênio 100%, e 20-30 minutos com oxigênio hiperbárico.

Óxidos de nitrogênio (NOx)

A maioria dos processos de combustão produzem monóxido de nitrogênio (NO) que, por meio de processos de oxidação, resulta em dióxido de nitrogênio (NO₂), que participa da formação do ozônio.

Dióxido de enxofre (SO₂)

A combustão de carvão ou óleo contendo enxofre a partir de processos industriais como a fundição de minérios é uma das suas principais fontes de formação. Em com-

binação com a chuva, forma o ácido sulfúrico (H₂SO₄), potente aerossol.

Ozônio

Cerca de 85% a 90% do ozônio presente na atmosfera está localizado na estratosfera (30-40 km de altitude), onde é formado pela fotodissociação do oxigênio pela radiação ultravioleta. Na baixa atmosfera, próximo à superfície, é formado por um processo diferente, a partir de uma reação química entre hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio na presença de calor e luz solar. Por isso tende a ter picos em tardes quentes de verão, das 15 às 17 horas, o que pode orientar a programação de atividades externas em locais poluídos. A distinção fundamental a ser entendida é que o ozônio estratosférico é conhecido como ozônio “bom”, pois proporciona uma camada protetora contra a radiação ultravioleta na atmosfera superior. O ozônio “mau”, por outro lado, é aquele encontrado próximo à superfície, sendo responsável por alterações respiratórias, podendo aumentar o sinergismo de outros poluentes²².

Tabela 5. Poluição externa

Poluente	Fonte Principal	Efeitos na Saúde
Partículas	Escapamento de automóveis, queima de combustíveis, indústria e construção civil	↑ mortalidade infantil por doenças respiratórias ↑ sintomas em asmáticos ↓ crescimento pulmonar ↓ função pulmonar
Ozônio	Emissões de veículos (óxidos de nitrogênio) e compostos orgânicos voláteis sob a luz solar	↑ hospitalizações por doenças respiratórias ↑ visitas à emergência ↑ exacerbações de asma ↑ ausência escolar ↓ crescimento pulmonar
Dióxido de nitrogênio	Combustão de combustíveis em altas temperaturas e reações atmosféricas, vulcões, raios e bactérias	↑ sintomas asmáticos ↑ reatividade vias aéreas) ↓ crescimento e função pulmonares Desenvolvimento de enfisemas Maior propensão a infecções virais
Monóxido de carbono	Exaustão de motores, tabagismo passivo, inalação de resíduos de estufas e aquecedores e queima de biomassa	↑ hospitalizações por asma ↑ visitas à emergência Cefaleia
Dióxido de enxofre	Instalações industriais (fundições, fábricas de papel, usinas e fábricas de aço)	↑ hospitalizações por asma ↑ visitas à emergência Afeta principalmente vias aéreas superiores, mas pode causar redução do clearance mucociliar, levando a bronquites

Produtos químicos: interferentes ou disruptores endócrino

São definidos como agentes que provocam efeitos danosos à saúde de um organismo intacto e/ou à sua descendência, em consequência de alterações em suas funções endócrinas. Os interferentes endócrinos atuam de diversas maneiras: podem mimetizar um hormônio (como os fitoestrógenos que ocorrem naturalmente em certos vegetais) ou podem dificultar ou bloquear a interação dos hormônios com seus receptores. Ao alterarem as funções endócrinas, os interferentes produzem efeitos adversos sobre o crescimento, a capacidade reprodutiva e o sistema imunológico, podendo também afetar o desenvolvimento normal do sistema nervoso²⁸.

Ao interferir sobre o metabolismo energético e a estrutura do tecido adiposo, alguns agentes químicos podem estar relacionados ao aumento da obesidade entre crianças e adolescentes e suas consequências na vida adulta²⁸.

Bisfenol A (BPA)

Produto químico industrial utilizado na fabricação de plásticos, resinas, frascos ou embalagens utilizadas para alimentos e bebidas. Está presente em resinas epóxi, que faz parte do revestimento de latas de conservas, tampas de garrafas e tubulações de água. O uso de polycarbonato com BPA em mamadeiras para bebês e em embalagens metálicas de alimentos infantis foi banido em vários países há algum tempo.

O BPA teria efeitos sobre a capacidade reprodutiva e sobre a adipogênese, podendo contribuir para obesidade, resistência à insulina, doença policística, diabetes tipo 2 e disfunção tireoidiana^{6,28}.

Ftalatos

São denominados agentes plastificantes, utilizados na fabricação de plásticos mais resistentes e flexíveis. Também aparecem na produção de brinquedos, mordedores plásticos, recipientes de alimentos, cateteres, cápsulas com revestimento entérico, adesivos, pisos plásticos, óleos lubrificantes, peças automotivas e produtos de higiene pessoal, como sabonetes, xampus, esmalte de unhas e sprays para os cabelos.

As rotas de exposição de ftalatos incluem ingestão direta e indireta, contato dérmico e inalação. Estudos relacionam os ftalatos com alterações na produção e na

qualidade dos espermatozoides. A exposição a ftalatos na gestação provocariam danos na tireoide do feto, com risco de distúrbios mentais e cognitivos, redução do quociente de inteligência (QI), hiperatividade, dificuldades de atenção e pior comunicação social^{6,28}.

Pesticidas

Os agrotóxicos são amplamente usados tanto no meio rural como nas áreas urbanas. No meio rural, os agrotóxicos são aplicados nas lavouras e na pecuária. Dentro das áreas urbanas, eles são empregados para combater vetores de doenças transmissíveis, principalmente a dengue²⁹. Eles também têm amplo uso doméstico contra mosquitos, insetos, roedores e outras pragas, geralmente sem informações adequadas sobre os perigos que provocam³⁰.

A exposição crônica em crianças pode ocorrer via ar, solo, poeira, alimentos e pela exposição direta a produtos agrícolas residenciais, de jardim ou resíduos de produtos. O maior risco é para as crianças e mulheres grávidas que moram em áreas agrícolas ou vivem com agricultores. Contato com sujeira, solo potencialmente contaminado, atividade mão-boca, caminhadas, brincadeiras na fazenda, tudo são possíveis meios de exposição em crianças⁶.

Alguns pesticidas podem alterar a ação dos hormônios comportando-se como desreguladores endócrinos. A exposição a pesticidas antes ou durante a gravidez foi associada a alterações na reprodução, aumento de infertilidade, risco de morte perinatal, aborto espontâneo, nascimento prematuro, crescimento fetal retardado e malformações congênitas.

Exposições durante períodos de crescimento cerebral rápido, especialmente no período intrauterino e no início da infância, podem produzir efeitos sutis e permanentes na estrutura e na função do cérebro. Os pesticidas também podem provocar toxicidade imunológica, genética e neurológica com risco aumentado de certos tipos de câncer, anormalidades do neurodesenvolvimento, transtorno de déficit de atenção/hiperatividade, asma e crescimento fetal prejudicado³¹.

Metais pesados

As exposições a metais pesados durante o período de crescimento intrauterino e na primeira infância são particularmente deletérias para as crianças, não apenas pelos efeitos imediatos, mas também como consequência das deficiências que podem produzir no

desenvolvimento das crianças, em riscos aumentados de doenças crônicas, como asma, diabetes, câncer, distúrbios do neurodesenvolvimento, anomalias congênitas, obesidade, doenças cardiovasculares e problemas de saúde mental. A determinação da causa-efeito de relações entre essas doenças e exposições aos metais pesados é difícil por vários fatores de confusão envolvidos no desenvolvimento infantil⁶.

Chumbo (Pb)

Nos muitos países em desenvolvimento, o chumbo ainda é encontrado na gasolina, em processos industriais, medicinais, em tintas e canos de habitações antigas, em brinquedos infantis de cloreto de polivinila (PVC), na fabricação de manilhas (peça em aço para unir ou fixar cabos), tintas, cosméticos, acumuladores elétricos, na fabricação de baterias automotivas e, principalmente, em empresas de economia informal que reciclam baterias de chumbo de carros. Assim, o chumbo continua sendo um grande problema de saúde pública que tem atraído a atenção da comunidade internacional³².

Os efeitos especialmente deletérios do chumbo para crianças, em comparação com adultos, decorrem de uma série de fatores³²:

- Crianças menores têm mais contato com poeiras contaminadas com chumbo em seu ato de engatinhar e de levar mãos, objetos e brinquedos à boca, o que contribui com 35% da exposição nessa população;
- Crianças absorvem muito mais chumbo que os adultos (cerca de 4 vezes mais). Tal aumento de absorção pode ser incrementado ainda mais pela carência nutricional de ferro ou cálcio nesta faixa etária;
- As crianças podem ter maior aporte de chumbo pela ingestão de água e alimentos contaminados, 50% se for pós-prandial e até 100% em jejum;
- Nas crianças, o sistema de detoxificação do fígado é biologicamente imaturo e a barreira hematoencefálica, principalmente nas crianças pequenas, é mais "permeável", facilitando a penetração de chumbo absorvido no SNC. O cérebro em desenvolvimento estabelece conexões neurais progressivas, expõe janelas de potencial deletério ao desenvolvimento normal, com sequelas em longo prazo em várias funções cerebrais mais complexas;
- Crianças encontram-se vulneráveis a várias privações durante o seu desenvolvimento, às quais o chumbo se soma, levando a implicações socioeconômicas, educacionais e comportamentais que limitam o potencial final que pode ser alcançado por elas;

- Crianças imigrantes, refugiadas ou adotadas de países com maior exposição ao chumbo endêmico podem ter níveis elevados desse metal e devem ser consideradas de alto risco;
- Exposição de gestantes ao chumbo também coloca o feto em risco. O chumbo atravessa a placenta e se acumula no tecido fetal, com riscos pré- e pós-natais que provocam importante comprometimento de seu crescimento e desenvolvimento, além de visão, audição e aprendizado.

As fontes de contaminação em crianças são: ingestão ou inalação de poeira ou lascas de tinta antigas em mau estado de conservação ou durante as atividades de lixamento ou reformas, canos de água com chumbo nas residências antigas, enlatados com chumbo em sua composição, painéis com chumbo em suas soldas, brinquedos, giz-de-cera e enfeites feitos com chumbo, reciclagem de baterias de carros contendo chumbo, móveis reformados, medicamentos caseiros e cosméticos.³² Os principais sistemas acometidos nas intoxicações pelo chumbo são: sistema nervoso central e periférico, hematológico, renal e cardiovascular. Até pequenos níveis sanguíneos estão associados a perda no QI, alterações neurocomportamentais e de conduta, habilidade de atenção e desempenho acadêmico. Estes efeitos deletérios do chumbo são cumulativos e irreversíveis e, com frequência, passam inadvertidos, o que aumenta a importância das medidas de prevenção de exposição em crianças.

A Unicef alerta que a intoxicação subclínica de crianças em todo o mundo, especialmente em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, continua de forma maciça e numa escala largamente negligenciada, pelo desconhecimento desses efeitos³².

Lixo eletrônico

A exposição ao lixo eletrônico é um processo complexo em que muitas rotas e fontes de exposição, diferentes tempos de exposição e possíveis efeitos inibitórios, sinérgicos ou aditivos de muitas exposições químicas são variáveis importantes a serem consideradas³³.

As rotas de exposição podem variar dependendo da substância e do processo de reciclagem; o mais provável é que as pessoas entrem em contato com substâncias tóxicas do lixo eletrônico pelo ar (queima aberta), solo (descarte), água após ingestão (contaminação das cadeias alimentares decorrente dos processos de descarte e reciclagem primitiva), inalação e absorção dérmica (poeira e exposição de trabalhadores de áreas de reciclagem primitiva e suas famílias)³³.

A ingestão é considerada a via de exposição mais importante dos contaminantes do lixo eletrônico e inclui ingestão alimentar, de água potável ou ingestão direta de solo ou poeira, mas deve-se considerar que a baixa ingestão diária de metais pesados não equivale necessariamente a um baixo risco de efeitos adversos à saúde, pois a maioria dos metais se acumula no corpo humano, e a ingestão crônica de baixos níveis pode se acumular a níveis tóxicos ao longo do tempo³³.

Os métodos primitivos de reciclagem (trituração mecânica e queima aberta) para remover o isolamento plástico de cabos de cobre podem liberar produtos químicos altamente tóxicos que representam uma ameaça ao meio ambiente, à cadeia alimentar e à saúde humana³³.

As crianças são um grupo particularmente sensível por causa de rotas adicionais de exposição (exposição à amamentação e placentária), comportamentos de alto risco (atividades de mão-na-boca nos primeiros anos e comportamentos de alto risco na adolescência) e suas mudanças fisiológicas (alta ingestão de ar, água e alimentos e baixas taxas de eliminação de toxinas). Filhos de trabalhadores de reciclagem de lixo eletrônico também enfrentam contaminação com a roupa e a pele de seus pais e exposição direta (doméstica) em alto nível, se houver reciclagem em suas casas³³.

Altos níveis de poluentes de lixo eletrônico nas matrizes de água, ar, solo, poeira, peixes, vegetais e humanos (sangue, urina, leite materno) indicam que os trabalhadores de lixo eletrônico, os residentes a uma distância específica das áreas de reciclagem de lixo eletrônico e as gerações futuras estão expostos a importantes riscos ambientais³³.

Radônio

O radônio é um gás radioativo incolor, inodoro e insípido de ocorrência natural que pode ser encontrado em altas concentrações em espaços internos, como residências e locais de trabalho. É produzido pela decomposição radioativa natural do urânio presente em solos, rochas e na água.

O radônio é facilmente liberado do solo para o ar, onde se decompõe e emite outras partículas radioativas. Ao inspirar, as partículas são inaladas e depositadas nas células que revestem as vias aéreas, onde podem danificar o DNA e levar ao câncer de pulmão²⁷.

Minas, grutas e estações de tratamento de água são alguns dos locais onde se registram os níveis mais elevados. A exposição ao radônio ocorre principalmente em casas; a concentração em edifícios depende de:

características geológicas do local (p. ex., o conteúdo de urânio e a permeabilidade de rochas e solos onde fica o edifício); os caminhos que o radônio pode encontrar para se infiltrar no solo das casas; e sua emissão de materiais de construção²⁷.

Quebra da barreira epitelial

Danos à barreira epitelial têm sido apontados como responsáveis pelo aumento na prevalência e exacerbações de muitas doenças alérgicas, autoimunes, metabólicas e neurodegenerativas, decorrentes da exposição a agentes infecciosos, alérgenos, partículas de diesel, gases de exaustão, fumaça de cigarro, detergentes e abrasivos para lavanderia e lava-louças, produtos de limpeza doméstica, pasta de dente, xampus, microplásticos, nanopartículas, ozônio, aditivos alimentares processados e emulsificantes. Algumas destas substâncias podem atuar sinergicamente para danificar as barreiras epiteliais cutâneas, respiratórias e gastrointestinais permitindo a passagem de alérgenos, contaminantes, toxinas e micróbios, causando disbiose, inflamação e hiper-reatividade do sistema imunológico³⁴.

Detergentes

A exposição a componentes do detergente, como o dodecilsulfato de sódio (SDS), induz a disfunção da barreira epitelial e inflamação eosinofílica no esôfago. A exposição experimental em ratos ao SDS provoca aumento da espessura esofágica, alteração da integridade da barreira esofágica e estimulação da produção de interleucina (IL)-33, isto nos aponta que os detergentes podem ser um gatilho ambiental chave na patogênese da esofagite eosinofílica (EoE)³⁵.

O álcool etoxilado, ingrediente do abrasivo usado em máquinas de lavar louça causa citotoxicidade celular e prejudica diretamente a integridade da barreira epitelial intestinal, provocando morte celular nas diluições de 1:10.000 e abertura da barreira epitelial em diluições de 1:40.000³⁶.

Emulsificantes

Os emulsificantes alimentares têm como função aumentar a capacidade de retenção da água e proteger contra a rancidez oxidativa. São comumente utilizados na indústria alimentícia, nos setores de panificação, laticínios, carnes e peixes. Entre eles destacam-se o polissorbato 80 (P80) e a carboximetilcelulose (CMC). Estudos demonstram serem os mesmos capazes de alterar a microbiota intestinal, facilitar a translocação de

lipopolissacarídeos do lúmen intestinal para a corrente sanguínea e promover inflamação intestinal de baixa intensidade. Ogulur e colaboradores demonstraram que polissorbato³⁶ (P20) e P80 causam danos à barreira epitelial e inflamação epitelial de maneira dose-dependente e prejudicam diretamente a microbiota e a integridade da barreira do epitélio intestinal. A síndrome metabólica induzida por P80 foi associada à invasão da microbiota, composição alterada de espécies e aumento do potencial pró-inflamatório.³⁶

Microplásticos

Os microplásticos (MPs) e os nanoplásticos (NPs) são poluentes emergentes em diferentes compartimentos ambientais (ar, solo e água) e podem induzir diversos efeitos ecotoxicológicos nos organismos e sobre a microbiota. De acordo com a origem, podem ser classificados como primários se forem liberados intencionalmente no meio ambiente (usados na indústria e em produtos de higiene pessoal), e secundários se forem liberados indiretamente no meio ambiente e sofrerem degradação progressiva decorrente de processos de foto e termo-oxidação³⁷.

Os MiPs podem atuar como transportadores de poluentes existentes na atmosfera, ampliando a compreensão dos perigos e riscos dos MiPs/NPs atmosféricos e seus impactos, capacidade de co-transporte e interação com o meio ambiente³⁷.

Os MiPs servem de substrato para organismos, chamados platisfera (comunidades que evoluíram para viver em ambientes plásticos feitos pelo homem, incluindo fungos, bactérias, algas e vírus) e podem atuar como dispersores desses organismos para outros ambientes, com graves consequências para a saúde do planeta³⁸.

A ingestão de MiP atua sobre o microbioma intestinal e está associada à disbiose, perda de resiliência, surtos frequentes de patógenos e a distúrbios metabólicos locais e sistêmicos, com o desenvolvimento de uma microbiota intestinal positivamente associada a doenças do trato digestivo como *Bifidobacterium*, *Streptococcus* e *Sphingomonas*, e uma redução da microbiota intestinal benéfica para a saúde (*Ruminococcus*, *Fusobacterium*, *Coprococcus*)³⁹.

Asbesto/amianto

O amianto é uma fibra mineral natural que se apresenta em diferentes formas: crisotila (amianto branco), amosita (amianto marrom), crocidolita (amianto azul), antofilita,

actinolita e tremolita. Todos são igualmente perigosos. Sua alta resistência à tração, flexibilidade, resistência ao fogo, durabilidade e utilidade como isolamento químico, térmico e acústico tornaram-no um material de construção amplamente utilizado. Todos os tipos de amianto foram classificados como cancerígenos do Grupo 1⁴⁰.

O perigo das fibras de amianto diminui quando são encapsuladas em cimento ou cola. No entanto, quando a sua integridade é alterada (por exemplo, o item que contém amianto é cortado, perfurado, esmagado ou partido), as fibras de amianto são liberadas no ar ou na água em dimensões que podem ser mais finas do que 1/700 de um fio de cabelo humano. A inalação de amianto pode causar doenças relacionadas ao amianto (ARDs), que incluem mesotelioma da pleura, peritônio e pericárdio, câncer de pulmão, brônquios, laringe e ovário, bem como asbestose⁴¹.

A exposição ambiental ao asbesto ocorre entre trabalhadores ou pessoas que não manuseiam diretamente asbesto/amianto, ou resíduos e entulhos que contenham amianto. Eles estão indiretamente expostos por estarem dentro ou perto de um ambiente de trabalho, natural ou residencial contaminado com asbesto/amianto. A exposição doméstica ocorre entre membros da família que estão expostos a fibras de asbesto/amianto, que muitas vezes são trazidas para casa como contaminantes de roupas ou superfícies corporais de trabalhadores fortemente expostos. Estudos recentes demonstram que crianças que combinaram exposição ambiental na infância e exposição ocupacional subsequente tiveram um risco significativamente aumentado de câncer de pulmão (mesotelioma maligno), e aqueles com exposição domiciliar adicional por um parente tiveram um risco aumentado para câncer de faringe⁴². Os novos casos diagnosticados, são cada vez mais frequentes, devidos à poluição ambiental por asbesto, devidos a exposição a materiais deteriorados contendo asbesto (em residências, escolas, oficinas, antigas fábricas, trens, navios, veículos antigos, aterros) ou devidos ao manuseio das famílias de material de demolição de prédios, sem o equipamento de proteção adequado, resultante de guerras ou terremotos⁴³.

Formaldeído

O formaldeído pode ser encontrado em vários tipos de materiais de construção, especialmente em produtos compostos de madeira e materiais isolantes. A exposição a este gás pode causar efeitos adversos no sistema respiratório, irritação pulmonar, nos olhos e na pele. Estudos recentes relacionam o diagnóstico de doenças alérgicas na infância, principalmente asma à exposição

a móveis novos e decoração com divisórias de madeira no domicílio durante o período pré-natal e nos primeiros anos de vida⁴⁴.

Emissões relacionadas ao gás de cozinha

O principal poluente de preocupação para a saúde, emitido exclusivamente pelo gás de cozinha (e não fogão elétrico) é o do de nitrogênio, mas os produtos da combustão incompleta do gás natural incluem hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, formaldeído, monóxido de carbono e partículas ultrafinas. Os óxidos de nitrogênio são gases irritantes que podem causar broncoconstrição, hiperresponsividade das vias aéreas e inflamação das vias aéreas, com risco aumentado de exacerbações de asma, bronquite e sibilância⁴⁵.

4. Análise dos efeitos deletérios e dos referenciais éticos

As mudanças climáticas representam uma das maiores ameaças à saúde global do século XXI, e seus efeitos adversos sobre populações vulneráveis têm se tornado progressivamente mais evidentes. Entre os grupos mais afetados, destacam-se as crianças, cuja condição de maior fragilidade biológica, social e psicológica as expõe de forma desproporcional às consequências dos eventos climáticos extremos, como ondas de calor, enchentes, secas e desastres ambientais^{46,47}.

Nesse contexto, a análise sob a ótica da bioética torna-se imprescindível, uma vez que os referenciais clássicos - autonomia, beneficência, não maleficência e justiça - permitem problematizar as responsabilidades éticas de governos, instituições de saúde e da sociedade no enfrentamento desse cenário. Assim, compreender a intersecção entre as mudanças climáticas, seus efeitos deletérios sobre a infância e os referenciais bioéticos é fundamental para orientar políticas públicas e práticas profissionais que busquem mitigar impactos e proteger direitos fundamentais.

Impactos das mudanças climáticas sobre a saúde das crianças

Crianças estão entre as mais vulneráveis às mudanças climáticas por fatores fisiológicos, imunológicos e socioeconômicos. Elas apresentam maior risco de desi-

dratação, doenças respiratórias, desnutrição e estresse pós-traumático em situações de catástrofes ambientais. Além disso, a exposição precoce a poluentes e desregulação ambiental pode ocasionar efeitos de longo prazo no desenvolvimento neurológico e físico⁴⁶.

Eventos extremos, como enchentes e ciclones, contribuem para o aumento de doenças infecciosas de veiculação hídrica e alimentar, enquanto ondas de calor estão associadas a maior incidência de mortalidade infantil, especialmente em regiões de baixa renda⁴⁸. A insegurança alimentar, intensificada por secas prolongadas e perda da biodiversidade, compromete o crescimento e aumenta a prevalência de déficit nutricional, anemia e atrasos no desenvolvimento cognitivo⁴⁹.

Do ponto de vista psicossocial, crianças expostas a desastres ambientais apresentam níveis mais altos de ansiedade, depressão e transtorno de estresse pós-traumático, que podem persistir por toda a vida⁴⁹. Em populações marginalizadas, esses efeitos são agravados pela desigualdade social, falta de acesso a serviços de saúde e fragilidade dos sistemas de proteção social.

Bioética e vulnerabilidade infantil diante das mudanças climáticas

A bioética, enquanto campo de reflexão interdisciplinar, oferece referenciais que permitem analisar criticamente as obrigações morais diante dos impactos das mudanças climáticas sobre a infância.

Princípio da não maleficência

Estabelece a obrigação de evitar causar danos. A inação frente às mudanças climáticas, ou a adoção de políticas públicas que priorizam interesses econômicos em detrimento da proteção ambiental, configuram formas indiretas de maleficência que atingem, de forma mais severa, as crianças.

Princípio da beneficência

Impõe o dever de promover o bem-estar. Isso implica a implementação de estratégias de mitigação e adaptação climática que assegurem condições adequadas para o desenvolvimento infantil, incluindo políticas de segurança alimentar, saneamento e acesso à saúde.

Princípio da justiça

Refere-se à distribuição equitativa de riscos e benefícios. Crianças de países de baixa renda sofrem despro-

porcionalmente os impactos das mudanças climáticas, embora contribuam muito menos para a emissão de gases de efeito estufa. Isso suscita um problema ético global de justiça intergeracional e distributiva⁵⁰.

Princípio da autonomia

Embora a autonomia plena não seja aplicável às crianças, reconhece-se a necessidade de respeitar sua dignidade e direito à proteção. Nesse sentido, cabe aos adultos, profissionais de saúde, governantes e à sociedade, a responsabilidade de tomar decisões que assegurem o futuro das novas gerações.

A questão climática transcende fronteiras e gerações, introduzindo o conceito de justiça intergeracional. A degradação ambiental atual compromete o direito das crianças de hoje e de amanhã a um ambiente saudável, o que constitui uma violação ética e moral. Assim, torna-se imperativo integrar os referenciais bioéticos a uma agenda global de direitos humanos, reconhecendo o de preservar a saúde e a dignidade das populações infantis diante da crise climática^{51,52}.

Conclusões

As mudanças climáticas e os eventos extremos associados impõem impactos deletérios e desproporcionais sobre as crianças, comprometendo sua saúde física, mental e social, além de seu direito a um desenvolvimento pleno. A bioética, com os princípios de beneficência, não maleficência, justiça e autonomia, fornece um marco fundamental para analisar criticamente esses desafios e orientar políticas públicas e práticas profissionais que busquem proteger a infância.

Diante da vulnerabilidade das crianças e da gravidade dos riscos, a adoção de medidas éticas e efetivas de mitigação e adaptação climática não constitui apenas uma opção política, mas um dever moral e civilizatório. Proteger a infância das consequências das mudanças climáticas é, portanto, uma expressão concreta da responsabilidade ética intergeracional e da defesa da dignidade humana.

Referências

01. Bayram H, Rice MB, Abdalati W, Akpinar Elci M, Mirsaeidi M, Annesi-Maesano I, et al. Impact of global climate change on pulmonary health: susceptible and vulnerable populations. *Ann Am Thorac Soc*. 2023;20:1088-95.
02. Urrutia-Pereira M, Solé D. Impacto das mudanças climáticas e poluição do ar na saúde respiratória na infância. *J Pediatr (Rio J)*. 2025; 101(S1):S65-S69.
03. Sociedade Brasileira de Pediatria - Departamento Científico de Toxicologia e Saúde Ambiental. Documento Científico - Anamnese Ambiental em Pediatria. [Internet]. [citado 2025 Set]. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/21802d-DC-_Anamnese_Ambiental_em_Pediatria.pdf
04. American Academy of Pediatrics, Committee on Environmental Health. In: Etzel RA; Balk SJ, editores. *Pediatric Environmental Health*. 2a ed. Elk Grove Village (IL): American Academy of Pediatrics; 2003.
05. Landrigan PJ. Children's Environmental Health: A Brief History. *Acad Pediatr*. 2016;16(1):1-9.
06. World Health Organization. Inheriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment, 2017. [Internet]. [citado 2025 Ago]. Disponível em: <https://www.who.int/ceh/publications/inheriting-a-sustainable-world/en/>
07. Mello-da-Silva CA, Fruchtingarten L. Riscos químicos ambientais à saúde da criança. *J Pediatr (Rio J)*. 2005;81(5 Supl):S205-S211.
08. Valenzuela PM, Matus MS, Araya GI, et al. Pediatría ambiental: um tema emergente. *J Pediatr (Rio J)*. 2011;87(2):89-99.
09. Landrigan PJ, Goldman LR. Protecting Children From Pesticides and Other Toxic Chemicals. *J Expos Sci Environ Epi*. 2011; publicado online.
10. Bearer CF. How Are Children Different from Adults. *Environ Health Perspect*. 1995;103(Suppl 6):7-12.
11. Moya J, Bearer CF, Etzel RA. Children's Behavior and Physiology and How It Affects Exposure to Environmental Contaminants. *Pediatrics*. 2004;113:996-1006.
12. Felter SP, Daston GP, Euling SY, et al. Assessment of health risks resulting from early-life exposures: are current chemical toxicity testing protocols and risk assessment methods adequate? *Crit Rev Toxicol*. 2015;45:219-244.
13. Sathyanarayana S, Focareta J, Dailey T, et al. Environmental exposures: how to counsel preconception and prenatal patients in the clinical setting. *Am J Obstet Gynecol*. 2012; publicado online. doi:10.1016/j.ajog.2012.02.004.

14. Bearer C. Environmental Health Hazards: How Children are Different from Adults. *Future Child*. 1995;5:11-17.
15. Braun J. Early Life Exposure to Endocrine Disrupting Chemicals and Childhood Obesity and Neurodevelopment. *Nat Rev Endocrinol*. 2017;13:161-173.
16. Rocha B, Asimakopoulos AG, Honda M, et al. Advancing data mining approaches in the assessment of urinary concentrations of bisphenols, chlorophenols, parabens and benzophenones in Brazilian children and their association to DNA damage. *Environ Int*. 2018;116:269-277.
17. World Health Organization (WHO), United Nations Children's Fund (UNICEF). Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines. Geneva: WHO; 2017.
18. United Nations Environment Programme, UNICEF, World Health Organization. Children in the new millennium: environmental impact on health. Nairobi (Kenya): UNEP; 2002.
19. Committee on Environmental Health; Committee on Infectious Diseases, Rogan WJ, Brady MT. Drinking water from private wells and risks to children. *Pediatrics*. 2009;123(6):1599-605.
20. Suk WA, Ahanchian H, Asante KA, et al. Environmental Pollution: An Under-recognized Threat to Children's Health, Especially in Low- and Middle-Income Countries. *Environ Health Perspect*. 2016;124(3):A41-5.
21. Tavares R, Urrutia-Pereira M. Cigarros eletrônicos e vaporizadores: lesão pulmonar associada ao uso de cigarro eletrônicos e vaporizadores – "EVALI". In: Mello da Silva CA, Solé D, Fruchtengarten LVG, Silva LR, Urrutia-Pereira M, editores. *Emergências Toxicológicas – Princípios e Prática do Tratamento de Intoxicações Agudas*. Baueri: Manole; 2022. cap. 35, p. 185-187.
22. Montero-Montoya R, Lopez-Vargas R, Arellano-Aguilar O. Volatile Organic Compounds in Air: Sources, Distribution, Exposure and Associated Illnesses in Children. *Ann Glob Health*. 2018;84(2):225-38.
23. Chen B, Jia P, Han J. Role of indoor aerosols for Covid-19 viral transmission: a review. *J Environ Chem Lett*. 2021;13:1-18.
24. Li D, Sangion A, Li L. Evaluating consumer exposure to disinfecting chemicals against coronavirus disease 2019 (Covid-19) and associated health risks. *Environ Int*. 2020;145:106108.
25. World Health Organization (WHO). Air pollution and child health prescribing clean air. [Internet]. [citado 2021 Jan]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/air-pollution-and-childhealth>
26. Urrutia-Pereira M, Simon L, Rinelli P, Sole D. Air pollution: our daily cigarette. *Arq Asma Alerg Immunol*. 2018;2(4):427-33.
27. World Health Organization (WHO). Radon and health. [Internet]. [citado 2021 Fev]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health>
28. Mello-da-Silva CA, Fruchtengarten L. Riscos químicos ambientais à saúde da criança. *J Pediatr (Rio J)*. 2005;81(5 Supl):S205-S211.
29. Galappaththi H. Sri Lanka: report on its children's environmental health. *Rev Environ Health*. 2020;35(1):65-70.
30. Froes Asmus CI, Camara VM, Landrigan PJ, Claudio L. A systematic review of children's environmental health in Brazil. *Ann Glob Health*. 2016;82(1):132-48.
31. McClafferty H. Environmental health: children's health, a clinician's dilemma. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2016;46(6):184-9.
32. United Nations International Children's Emergency Fund (Unicef). The toxic truth: children's exposure to lead pollution undermines a generation of future potential. [Internet]. [citado 2025 Ago]. Disponível em: www.unicef.org/reports/toxic-truth-childrens-exposure-to-lead-pollution-2020
33. Grant K, Goldizen FC, Sly PD, Brune MN, Neira M, van den Berg M, et al. Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review. *Lancet Glob Health*. 2013;1(6):e350-61.
34. Pawankar R, Akdis CA. Climate change and the epithelial barrier theory in allergic diseases: A One Health approach to a green environment. *Allergy*. 2023; publicado online. doi: 10.1111/all.15885.
35. Doyle AD, Masuda MY, Pyon GC, Luo H, Putikova A, LeSuer WE, et al. Detergent exposure induces epithelial barrier dysfunction and eosinophilic inflammation in the esophagus. *Allergy*. 2023;78(1):192-201. doi: 10.1111/all.15457.
36. Ogulur I, Pat Y, Aydin T, Yazici D, Rückert B, Peng Y, et al. Gut epithelial barrier damage caused by dishwasher detergents and rinse aids. *J Allergy Clin Immunol*. 2023;151(2):469-484. doi: 10.1016/j.jaci.2022.10.020.

37. Ortega D E, Cortés-Arriagada D. Atmospheric microplastics and nanoplastics as vectors of primary air pollutants- A theoretical study on the polyethylene terephthalate (PET) case. *Environ Pollut.* 2023;318:120860. doi: 10.1016/j.envpol.2022.120860.
38. Ormsby M, Akinbobola A, Quilliam RS. Plastic pollution and fungal, protozoan, and helminth pathogens – A neglected environmental and public health issue? *Sci Total Environ.* 2023;882:163093. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.163093.
39. Zhang X, Wang H, Peng S, Kang J, Xie Z, Tang R, et al. Pragmatic Guidance for Emergency Repairs of Structures That May Contain Asbestos in Ukraine. *Miyamoto internacional*; 2023. [Internet]. [citado 2023 Out]. Disponível em: <http://www.ibasecretariat.org/ukraine-miyamoto-ukr-pragmatic-asbestos-manual-mar-2023.pdf>
40. Pragmatic Guidance for Emergency Repairs of Structures That May Contain Asbestos in Ukraine. *Miyamoto internacional*; 2023. [Internet]. [citado 2023 Out]. Disponível em: <http://www.ibasecretariat.org/ukraine-miyamoto-ukr-pragmatic-asbestos-manual-mar-2023.pdf>
41. Tarrés J, Diego C, Alberti-Casas C. Mesothelioma: An Ongoing problem. *Arch Bronconeumol.* 2023;59(9):603-604.
42. Bayram H, Rastgeldi Dogan T, Şahin ÜA, Akdis CA. Environmental and health hazards by massive earthquakes. *Allergy.* 2023;78(8):2081-2084.
43. Dalsgaard SB, Würtz ET, Hansen J, Røe OD, Omland. Cancer Incidence an Risk of Multiple Cancers after Environmental Asbestos Exposure in Childhood-A Long-Term Register-Based Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;19(1):268.
44. Chan L, Liu Z, Yang W, Liao H, Liu Q, Li Q. Early life exposure to outdoor air pollution and indoor environmental factors on the development of childhood allergy from early symptoms to diseases. *Environ Res.* 2023;216(2):114538.
45. Lewis AC, Jenkins D, Whitty CJ. Hidden harms of indoor air pollution — five steps to expose them. *Nature.* 2023;614:102.
46. World Health Organization. Climate change and health. 2021. [Internet]. [citado 2025 Set]. Disponível em: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/climate-change-and-health>
47. Cabral-Miranda W, Solé D, Wandalsen GF, Urrutia-Pereira M, Corrêa MP, Silveira CM et al. Under Fire: A Brazilian Perspective on Climate Change and Child Health. *Sustainability.* 2025;17(10): doi 10.3390/su17104482
48. Romanello M, McGushin A, Di Napoli C, Drummond P, Hughes N, Jamart L, et al. The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. *Lancet.* 2021;398(10311):1619–62.
49. UNICEF. The climate-changed children. 2023. [Internet]. [citado 2025 Set]. Disponível em: <https://www.unicef.org/reports/climate-changed-child>
50. Burke SEL, Sanson AV, Van Hoorn J. The psychological effects of climate change on children. *Curr Psychiatry Rep.* 2018;20(5):35.
51. Beauchamp TL, Childress JF. Principles of biomedical ethics. 8a ed. Oxford: Oxford University Press; 2019.
52. Gardiner SM. A perfect moral storm: the ethical tragedy of climate change. Oxford: Oxford University Press; 2011.



Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria
Anamnese Ambiental em Pediatria - Atualização e Expansão -
Análise dos Efeitos Deletérios e dos Referenciais Éticos

II. ROTEIRO DE ANAMNESE AMBIENTAL EM PEDIATRIA

Folha de Anamnese ambiental

Departamentos Científicos de Toxicologia e Saúde ambiental,
Bioética e Grupo de Trabalho Saúde Planetária – Saúde Única

Sociedade Brasileira de Pediatria

1. Identificação do paciente

A. Nome: _____ B. Idade: _____

C. Data de nascimento: ____ / ____ / ____

D. Nome da mãe /pai/responsável: _____

E. Endereço: _____

F. Reside em área: ☐ rural _____ ☐ urbana _____

2. Condições de vida e habitação

A. Sua casa se localiza próximo ou junto a:

Área de muito tráfico ☐ Sim ☐ Não

Rua asfaltada ☐ Sim ☐ Não

Plantação ☐ Sim ☐ Não

Rio ou curso de água (arroyo, riacho, lago, praia) com risco de contaminação por esgoto sem tratamento ☐ Sim ☐ Não

Rio ou curso de água (arroyo, riacho, lago, praia) com risco de contaminação por produtos químicos de uso agrícola ou industrial ☐ Sim ☐ Não

Área com ar (atmosfera) e/ou solo (terra) contaminados ou com risco de contaminação por produtos químicos de uso agrícola ou industrial ☐ Sim ☐ Não

B. Se a criança/adolescente frequenta:

Creche ☐ Sim ☐ Não

Escola ☐ Sim ☐ Não

Informe qual a localização da mesma, quanto ao listado no item "A" _____

C. Qual a fonte de água para consumo da família?

Água tratada (encanada) ☐ Sim ☐ Não

Água de poço ☐ Sim ☐ Não

Outra ☐ (Direto de rio, córrego, fonte, especificar: _____)

D. Qual a condição do local quanto à rede de esgoto cloacal e o recolhimento e separação de lixo doméstico?

Possui esgoto cloacal ☐ Sim ☐ Não

Possui recolhimento regular de lixo e separação (orgânico e reciclável) ☐ Sim ☐ Não

Não possui esgoto cloacal ☐ Sim ☐ Não

Não possui recolhimento regular de lixo ☐ Sim ☐ N

Você recicla seu lixo? ☐ Sim ☐ Não

O que você faz com relação ao descarte do lixo eletrônico? _____

E. Quais as condições gerais da residência? (especificar tempo de construção, material de que é feita, vedação de paredes, orientação e iluminação natural, presença de vazamentos, mofo) _____

Número de peças _____ Número de moradores _____

F. Qual é a fonte de energia usada para a preparação de alimentos e aquecimento da residência?

Querosene ☐ Sim ☐ Não

Gás (GLP) ☐ Sim ☐ Não

Gás natural ☐ Sim ☐ Não

Carvão ☐ Sim ☐ Não

Lenha ☐ Sim ☐ Não

Outra ☐ (a partir de outras fontes de biomassa – especificar _____)

G. Que produtos de limpeza utiliza para a higiene da casa? _____

Detergente ☐ Sim ☐ Não

Desinfetante ☐ Sim ☐ Não

Água sanitária ☐ Sim ☐ Não

Cera ☐ Sim ☐ Não

Utiliza aromatizantes de ambiente? ☐ Sim ☐ Não

Usa máquina para lavar a louça? ☐ Sim ☐ Não

H. Há fumantes na casa? ☐ Sim ☐ Não

Quem? _____

Que tipo de cigarro fuma:

Normal: ☐ Sim ☐ Não Eletrônico: ☐ Sim ☐ Não De palha: ☐ Sim ☐ Não

Você costuma usar Espirais para mosquito, velas, incensos dentro de casa? ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____



Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria

Anamnese Ambiental em Pediatria - Atualização e Expansão - Análise dos Efeitos Deletérios e dos Referenciais Éticos

I. Que inseticidas e outros produtos para combate de pragas (raticidas, por ex.) costuma usar no ambiente doméstico? _____

Se reside em área rural próxima à plantação, quais agrotóxicos são utilizados nessa cultura? _____

Guarda os agrotóxicos em casa? ☐ Sim ☐ Não

Tem pulverização aérea de lavouras perto da sua casa? ☐ Sim ☐ Não

Tem silos perto da sua casa? ☐ Sim ☐ Não

A sua casa tem telhas ou caixas de água de amianto? ☐ Sim ☐ Não

J. Em qual local da casa a criança permanece por mais tempo ou costuma brincar? _____

A criança/adolescente e/ou familiares praticam algum "hobby" que envolva produtos químicos?

Qual? _____

Existem animais de estimação com os quais a criança costuma brincar?

Qual(ais)? _____

3. Atividade econômica da família e/ou da criança/adolescente

A. Qual a profissão ou atividade com fins econômicos dos pais/responsáveis? _____

B. O trabalho envolve produtos ou substâncias químicas? ☐ Sim ☐ Não

Quais? (agrotóxicos, solventes, metais, fibras minerais ou vegetais....) _____

C. Alguma atividade profissional é realizada dentro de casa? _____

D. A criança/adolescente exerce algum tipo de trabalho? Qual? _____

4. Atenção às perguntas (dúvidas) dos pais/responsáveis

A. O Sr/Sra. tem alguma preocupação relacionada às condições ambientais e a saúde de sua criança/adolescente? _____

B. O Sr/Sra. tem alguma outra questão/dúvida sobre o ambiente em que a criança/adolescente vive e sinais e sintomas que possam resultar de exposição a agentes presentes neste ambiente? _____

C. Você já escutou falar do impacto dos plásticos/microplásticos na saúde? A quais você acha que está exposto no dia a dia? Cite _____



Diretoria Plena

Triênio 2025/2028

PRESIDENTE:

Edson Ferreira Liberal (RJ)

1º VICE-PRESIDENTE:

Lilian dos Santos Rodrigues Sadeck (SP)

2º VICE-PRESIDENTE:

Anamária Cavalcante e Silva (CE)

SECRETÁRIO GERAL:

Maria Tereza Fonseca da Costa (RJ)

1º SECRETÁRIO:

Rodrigo Aboudib Ferreira - (ES)

2º SECRETÁRIO:

Valma Francisca Hutim Gondim de Souza (PA)

3º SECRETÁRIO:

Márcia Gomes Penido Machado (MG)

DIRETORA FINANCEIRA:

Maria Angélica Barcellos Svaiter (RJ)

2ª DIRETORIA FINANCEIRA:

Sidnei Ferreira (RJ)

3ª DIRETORIA FINANCEIRA:

Renata Belém Pessoa de Melo Seixas (DF)

DIRETOR DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

Donizetti Dimer Giamberardino Filho (PR)

DIRETORA ADJUNTA:

Valma Francisca Hutim Gondim de Souza (PA)

DIRETORIA DE INTEGRAÇÃO REGIONAL

Marynea Silva do Vale (MA)

COORDENADORES REGIONAIS

NORTE: Adelmá Alves de Figueiredo (RR)

NORDESTE: Ana Jovina Barreto Bispo (SE)

SUDESTE: Marisa Lages Ribeiro (MG)

SUL: Nilza Maria Medeiros Perin (SC)

CENTRO-OESTE: Renata Belém Pessoa de Melo Seixas (DF)

COMISSÃO DE SINDICÂNCIA

TITULARES:

Jose Hugo Lins Pessoa (SP)

Marisa Lages Ribeiro (MG)

Paulo de Jesus Hartmann Nader (RS)

Sulim Abramovici (SP)

Valma Francisca Hutim Gondim de Souza (PA)

SUPLENTE:

Analiária Moraes Pimentel (PE)

Bruno Leandro de Souza (PB)

Dolores Fernandez Fernandez (BA)

Rosana Alves (ES)

Silvio da Rocha Carvalho (RJ)

CONSELHO FISCAL

Cláudia Rodrigues Leone (SP)

Lígia Maria Oliveira Moreira (BA)

Ana Márcia Guimarães Alves (GO)

ASSESSORIA DE POLÍTICAS PÚBLICAS:

COORDENAÇÃO:

Maria Tereza Fonseca da Costa (RJ)

Anamária Cavalcante e Silva (CE)

Donizetti Dimer Giamberardino Filho (RJ)

Elena Marta Amaral dos Santos (AM)

Evelyn Eisenstein (RJ)

Paulo César de Almeida Mattos (RJ)

DIRETORIAS E COORDENAÇÕES

COORDENAÇÃO DO CEXTEP (COMISSÃO EXECUTIVA DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM PEDIATRIA)

COORDENAÇÃO:

Hélcio Villaca Simões (RJ)

COORDENAÇÃO ADJUNTA:

Ricardo do Rego Barros (RJ)

MEMBROS:

Ana Cristina Ribeiro Zöllner (SP)

Carla Príncipe Pires C. Vianna Braga (RJ)

Clóvis Francisco Constantino (SP)

Cristina Ortiz Sobrinho Valette (RJ)

Grant Wall Barbosa de Carvalho Filho (RJ)

Sidnei Ferreira (RJ)

Silvio Rocha Carvalho (RJ)

COMISSÃO EXECUTIVA DO EXAME PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM PEDIATRIA AVALIAÇÃO SERIADA

COORDENAÇÃO:

Eduardo Jorge da Fonseca Lima (PE)

Luciana Cordeiro Souza (PE)

MEMBROS:

João Carlos Batista Santana (RS)

Mara Morello Rocha Felix (RJ)

Ricardo Mendes Pereira (SP)

Vera Hermínia Kalika Koch (SP)

Victor Horácio de Souza Costa Junior (PR)

DIRETORIA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS

DIRETORES:

Maria Tereza Fonseca da Costa (RJ)

Sérgio Cabral (RJ)

AMÉRICA LATINA

COORDENADORES:

Maria Tereza Fonseca da Costa (RJ)

Ricardo do Rego Barros (RJ)

PAÍSES DA LÍNGUA PORTUGUESA

COORDENADORES:

Clóvis Francisco Constantino (SP)

Marcela Damásio Ribeiro de Castro (MG)

Maria Angélica Barcellos Svaiter (RJ)

DIRETORIA DE DEFESA DA PEDIATRIA

DIRETOR:

Fábio Augusto de Castro Guerra (MG)

DIRETORIA ADJUNTA:

Edson Ferreira Liberal (RJ)

Sidnei Ferreira (RJ)

MEMBROS:

Alberto Cubel Brull Júnior (MS)

Ana Mackartney de Souza Marinho (TO)

Anesísia Coelho de Andrade (PI)

Ariane Molinaro Vaz de Souza (RJ)

Carllindo de Souza Machado e Silva Filho (RJ)

Cláudio Orestes Britto Filho (PB)

Corina Maria Nina Viana Batista (AM)

Donizetti Dimer Giamberardino Filho (PR)

Gilberto Pascolat (RJ)

Isabel Rey Madeira (PR)

Jocileide Sales Campos (CE)

Kassie Regina Neves Cargnin (RJ)

Maria Angélica Barcellos Svaiter (RJ)

Paulo Tadeu Falanghe (SP)

Ricardo Maria Nobre Othon Sidou (CE)

DIRETORIA CIENTÍFICA

DIRETOR:

Dirceu Solé (SP)

DIRETORIA CIENTÍFICA - ADJUNTA

Luciana Rodrigues Silva (BA)

DEPARTAMENTOS CIENTÍFICOS E GRUPOS DE TRABALHO:

Dirceu Solé (SP)

Luciana Rodrigues Silva (BA)

PROGRAMAS NACIONAIS DE ATUALIZAÇÃO

PEDIATRIA - PRONAP

COORDENADORA: Fernanda Luisa Ceragioti Oliveira (SP)

COORDENADORES ADJUNTOS

Claudia Bezerra Almeida (SP)

Tulio Konstanyner (SP)

NEONATOLOGIA - PRORN

Cléa Rodrigues Leone (SP)

Renato Soibermann Procianny (RS)

Rita de Cássia Silveira (RS)

TERAPIA INTENSIVA PEDIÁTRICA - PROTIPEP

Helena Muller (RS)

Werther Bronow de Carvalho (SP)

TERAPÊUTICA PEDIÁTRICA - PROPEP

Claudio Leone (SP)

Sérgio Augusto Cabral (RJ)

EMERGÊNCIA PEDIÁTRICA - PROEMPEP

Gilberto Pascolat (PR)

Hany Simon Júnior (SP)

Sérgio Luis Amantéa (RS)

NEUROPEDIATRIA - PRONEUROPEP

Giuseppe Mario Carmine Pastura (RJ)

Magda Lahorgue Nunes (RS)

Márcio Moacyr Vasconcellos (RJ)

DIRETORIA DE PUBLICAÇÕES:

TRATADO DE PEDIATRIA

Edson Ferreira Liberal (RJ)

Dirceu Solé (SP)

Luciana Rodrigues Silva (BA)

Anamária Cavalcante e Silva (CE)

Clóvis Francisco Constantino (SP)

Fábio Ancona Lopes (SP)

Lilian dos Santos Rodrigues Sadeck (SP)

Maria Angélica Barcellos Svaiter (RJ)

Maria Tereza Fonseca da Costa (RJ)

DIRETORIA DE CURSOS, EVENTOS E PROMOÇÕES

DIRETOR:

Renato de Ávila Kfourri (SP)

DIRETOR ADJUNTO:

Sérgio Luis Amantéa (RS)

MEMBROS:

Isabel Rey Madeira (RJ)

Lilian dos Santos Rodrigues Sadeck (SP)

Marise Helena Cardoso Tófoli (GO)

Renata Belém Pessoa de Melo Seixas (DF)

Ricardo Queiroz Gurgel

COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE REANIMAÇÃO NEONATAL

Maria Fernanda Branco de Almeida (SP)

Ruth Guinsburg (SP)

COORDENAÇÃO PALS – REANIMAÇÃO PEDIÁTRICA

Alexandre Rodrigues Ferreira (MG)

Kátia Laureano dos Santos (PB)

COORDENAÇÃO BLS – SUPORTE BÁSICO DE VIDA

Cássia Freire Vaz (RJ)

Valéria Freire Bezerra Silva (PE)

COORDENAÇÃO DO CURSO DE APRIMORAMENTO EM NUTROLOGIA PEDIÁTRICA (CANP)

Virginia Resende Silva Weffort (MG)

PEDIATRIA PARA FAMÍLIAS

COORDENAÇÃO GERAL:

Edson Ferreira Liberal (RJ)

COORDENAÇÃO OPERACIONAL:

Camila Salomão Mourão (AP)

Nilza Maria Medeiros Perin (SC)

Renata Dejtiar Waksman (SP)

EDITORES DA REVISTA SBP CIÊNCIA

Joel Alves Lamounier (MG)

Marco Aurélio Palazzi Sáfiadi (SP)

Mariana Tschopke Aires (RJ)

EDITORES DO JORNAL DE PEDIATRIA (JPED)

COORDENAÇÃO:

Renato Soibermann Procianny (RS)

MEMBROS:

Antônio José Ledo Alves da Cunha (RJ)

Crésio de Aragão Dantas Alves (BA)

Dirceu Solé (SP)

Isisélia Alves Pontes da Silva (PE)

João Guilherme Bezerra Alves (PE)

Magda Lahorgue Nunes (RS)

Marco Aurélio Palazzi Sáfiadi (SP)

EDITORES REVISTA RESIDÊNCIA PEDIÁTRICA

EDITORES CIENTÍFICOS:

Clímax Couto Sant'Anna (RJ)

Marlene Augusta Rocha Crispino Santos (RJ)

EDITORES ADJUNTOS:

Márcia Garcia Alves Galvão (RJ)

Rosana Alves (ES)

Silvio da Rocha Carvalho (RJ)

COORDENAÇÃO DO CONSELHO EDITORIAL EXECUTIVO:

Jandrei Rogério Markus (TO)

CONSELHO EDITORIAL EXECUTIVO:

Cláudio D'Elia (RJ)

Eduardo Jorge da Fonseca Lima (PE)

Gustavo Guida Godinho da Fonseca (RJ)

Isabel Rey Madeira (RJ)

Leonardo Rodrigues Campos (RJ)

Márcia Cortez Bellotti de Oliveira (RJ)

Maria de Fátima Bazhuni Pombo Sant'Anna (RJ)

Rafaela Baroni Aurilio (RJ)

Sidnei Ferreira (RJ)

COORDENAÇÃO DE ENSINO E PESQUISA:

Anamária Cavalcante e Silva (CE)

COORDENAÇÃO DE PESQUISA:

Claudio Leone (SP)

COORDENAÇÃO DE GRADUAÇÃO

COORDENAÇÃO:

Rosana Alves (ES)

MEMBROS:

Ana Cristina Ribeiro Zöllner (SP)

Alessandra Carla de Almeida Ribeiro (MG)

Ana Lúcia Ferreira (RJ)

Angélica Maria Bicudo (SP)

Anna Tereza Miranda Soares de Moura (RJ)

Rosana Fiorini Puccini (SP)

Silvia Wanick Sarinho (PE)

COORDENAÇÃO DE RESIDÊNCIA E ESTÁGIOS EM PEDIATRIA

COORDENAÇÃO:

Ana Cristina Ribeiro Zöllner (SP)

MEMBROS:

Aurimery Gomes Chermon (PA)

Claudio Barsanti (SP)

Eduardo Jorge da Fonseca Lima (PE)

Gilberto Pascolat (PR)

Jefferson Pedro Piva (RS)

Liana de Paula Medeiros de A. Cavalcante (PE)

Marynea Silva do Vale (MA)

Mauro Batista de Moraes (SP)

Paulo de Jesus Hartmann Nader (RS)

Rita de Cássia Viegas Gomes Lins Bittencourt (PB)

Sérgio Luis Amantéa (RS)

Sheyla Ribeiro Rocha (SP)

Silvia Regina Marques (RJ)

Silvio da Rocha Carvalho (RJ)

Susana Maciel Guillaume (RJ)

Tânia Denise Resener (RS)

Victor Horácio da Costa Junior (PR)

COORDENAÇÃO DAS LIGAS DOS ESTUDANTES

COORDENADOR:

Lélia Cardamone Gouvêa (SP)

MEMBROS:

Adelmá Alves de Figueiredo (RR)

André Luis Santos Carmo (PR)

Anna Tereza Miranda Soares de Moura (RJ)

Cássio da Cunha Ibiapina (MG)

Fernanda Wagner Fredo dos Santos (PR)

Luiz Anderson Lopes (SP)

Marynea Silva do Vale (MA)

DIRETORIA DE PATRIMÔNIO

COORDENAÇÃO:

Ana Maria de Oliveira Ponte (RJ)

MEMBROS:

Claudio Barsanti (SP)

Edson Ferreira Liberal (RJ)

REDE DA PEDIATRIA

COORDENAÇÃO: