

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

Gilce Helena Vaz Tolloto

**Vozes silenciadas e resistências emergentes: os impactos do racismo ambiental e dos disruptores endócrinos na saúde reprodutiva e mental**

São Paulo

2025

Gilce Helena Vaz Tolloto

**Vozes silenciadas e resistências emergentes: os impactos do racismo ambiental e dos disruptores endócrinos na saúde reprodutiva e mental**

Tese a ser apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de DOUTORA em Psicologia, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edna Maria Severino Peters Kahhale

São Paulo

2025

Sistemas de Bibliotecas da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo -  
Ficha Catalográfica com dados fornecidos pelo autor

Tolloto, Gilce Helena Vaz  
Vozes silenciadas e resistências emergentes: os impactos do racismo ambiental e dos disruptores endócrinos na saúde reprodutiva e mental. / Gilce Helena Vaz Tolloto. -- São Paulo: [s.n.], 2025.  
226p. il. ; cm.

Orientador: Edna Maria Severino Peters Kahhale.  
Tese (Doutorado)-- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia: Psicologia Clínica.

1. Disruptor endócrino. 2. Racismo ambiental. 3. Saúde mental. 4. Saúde reprodutiva. I. Kahhale, Edna Maria Severino Peters. II. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia: Psicologia Clínica. III. Título.

CDD

Nome: TOLLOTO, Gilce Helena Vaz.

Título: Vozes silenciadas e resistências emergentes: os impactos do racismo ambiental e dos disruptores endócrinos na saúde reprodutiva e mental.

Tese apresentada à Pontifícia Universidade Católica de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Psicologia.

Aprovado em:

Banca examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais José e Leonilda (*in memoriam*), que me deram a vida e se dedicaram aos filhos com amor.

Em especial, aos meus filhos Nicolle, exemplo de perseverança, de mulher e de mãe, que me acolheu com amor; Gabriel, que com serenidade, soube me ouvir em silêncio e com amor; Giovana, que a todo tempo me trazia palavras de aconchego e sempre estava pronta a me auxiliar na busca dos disruptores endócrinos; e Pedro, meu caçula, que com palavras sábias tornou minha vida mais leve e bela. Ao meu marido Márcio, que me acompanhou em toda a pesquisa.

Saibam que vocês fazem minha vida mais feliz e, nesta jornada, são meus companheiros de caminhada. Amo muito cada um de vocês!

## AGRADECIMENTOS

Esta jornada, marcada por desafios e superações, representa um marco em minha vida e chegar ao seu fim é um momento de profunda gratidão e realização. Em primeiro lugar, agradeço a Deus, minha força e inspiração constante. Foi na fé e na certeza de que não caminhava sozinha que encontrei coragem para enfrentar os desafios e perseverar diante das adversidades.

Em meio à minha trajetória de vida, dividindo-me entre o trabalho no consultório, a criação de quatro filhos e o estudo de um tema tão urgente e complexo como os disruptores endócrinos, o ambiente e o racismo ambiental, encontrei forças onde, muitas vezes, acreditei não existir. Atravessar o caminho da pesquisa é, acima de tudo, um ato coletivo, mesmo quando os passos parecem solitários, há sempre mãos, gestos, silêncios e presenças que sustentam a travessia.

Por essa razão, dedico este trabalho, antes de tudo, às futuras gerações. Ao meu neto ou neta que, talvez um dia, me pergunte: “O que você fez para que isso não acontecesse?”

É a essa pergunta que respondo com cada linha escrita nesta tese, com cada noite em claro e com cada dúvida transformada em aprendizado. Sou imensamente grata aos meus pais José e Leonilda (*in memoriam*), que com sua sabedoria e amor incondicional, sempre me ensinaram que nunca é tarde para aprender e para lutar pelo que acreditamos.

Aos meus amigos e irmãos Gilson e Geni, companheiros de todas as horas, que seguraram as minhas mãos nos momentos mais difíceis e me incentivaram a continuar quando o cansaço me fazia hesitar.

Aos meus filhos Nicolle, Gabriel, Giovana e Pedro, fontes inesgotáveis de inspiração, que me mostraram, a cada sorriso e abraço, o porquê de lutar por um futuro melhor.

Não poderia deixar de mencionar minha nora Alline e os meus genros Charlie e Joey. Aos meus netinhos Charlie, Evie e Asher, e ao Theo, que representa a futura geração que está chegando. Mesmo à distância, vocês torceram por mim e celebraram cada pequena conquista.

Agradeço, com muito carinho, aos meus sobrinhos; cada um, a sua maneira, é parte integrante deste caminho.

Ao Zeca, exemplo de ética e cuidado na medicina, por suas palavras de incentivo e inspiração. À Aline, que além da leveza dos palcos, colocou sua habilidade com a tecnologia à minha disposição, me auxiliando nos momentos mais desafiadores. À Daniela Sylvestre, cuja sensibilidade, criatividade e generosidade sempre estiveram presentes como apoio afetuoso. Vocês são parte da beleza desta conquista.

À querida mestre e orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edna Maria S. P. Kahhale, muito obrigada pela paciência, pelos ensinamentos e pela confiança em mim depositada. Sua dedicação, além de me guiar nesta caminhada, me mostrou que o conhecimento pode transformar realidades.

Agradeço à minha orientadora de coração, Prof<sup>a</sup>. Suely Rolnik, cuja generosidade e palavras de encorajamento foram faróis em meio às tempestades.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Albertina Duarte, pela sabedoria que floresce em cada palavra e pela generosidade de quem ensina com o coração. Sua escuta atenta, seu acolhimento firme e terno, e sua postura ética diante da vida e da medicina me inspiram profundamente.

Ao Prof. Dr. Lenine Brandão, por ser um exemplo raro de sensibilidade e inteligência generosa. Sua confiança no meu trabalho, o cuidado com cada detalhe e o acolhimento dos meus questionamentos com paciência e interesse me tocaram profundamente. Sua presença nesta trajetória foi um farol de serenidade e sabedoria.

À minha amiga, irmã e psicóloga, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Zoica Bakirtzief, primeira a me ensinar sobre o que é um doutorado. Comprometida com a verdade e com a fé genuína, sua organização e senso de justiça sempre foram, para mim, fontes de inspiração.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Santana, obrigada por me inspirar. Ainda que nosso contato tenha sido breve, sua paixão pela História e seu olhar crítico deixaram marcas profundas no meu percurso acadêmico. Suas ideias e dedicação foram faróis que iluminaram minha tese, ajudando-me a enxergar com mais clareza os desafios e as responsabilidades do conhecimento. Obrigada por seu exemplo e por mostrar que a História é, acima de tudo, um compromisso com a verdade e com a transformação.

Às queridas Solange e Cátia, secretárias que, com gentileza, dedicação e uma presença que acolhe, organizaram muito mais do que papéis e agendas: organizaram momentos, acalmaram pressas e tornaram os dias mais leves. Meu sincero e afetuoso agradecimento por cada gesto de cuidado e apoio.

Agradeço, com carinho e admiração, à Andreia Rangel, que, com paciência e generosidade, me auxiliou na correção deste texto. Sua atenção cuidadosa à linguagem e seu olhar sensível foram fundamentais para que minhas ideias ganhassem clareza e coerência.

Aos meus amados pacientes, com muito carinho e respeito. Vocês foram a motivação que deu sentido a cada hora dedicada à pesquisa, cada palavra escrita e cada descoberta alcançada. O desejo de contribuir, ainda que modestamente, para que vocês tenham uma vida saudável, foi e sempre será meu propósito maior.

Agradeço a todas as mulheres, mães, médicas e psicólogas que, como eu, seguem adiante, independentemente dos desafios enfrentados, guiadas pela fé, pela coragem, pelo afeto e pelo compromisso com um futuro mais saudável. Que este trabalho seja um testemunho do poder da fé e da ciência aliada à sensibilidade, e um sopro de esperança para as gerações presentes e futuras.

A cada pessoa que, direta ou indiretamente, fez parte dessa jornada, colegas, professores, amigos, familiares, técnicos e funcionários, meu coração se inclina em gratidão. Cada palavra de incentivo, cada escuta silenciosa, cada sorriso compartilhado foi alimento para que eu não desistisse, mesmo nas madrugadas mais exaustas. Obrigada por existirem ao meu redor como uma rede invisível de afeto, força e fé. Esta tese não é fruto de uma mente isolada, mas sim de um território de encontros.

Por fim, expresso minha profunda gratidão a todos que, de alguma forma, caminharam ao meu lado nesta jornada. Sou grata pela oportunidade de não silenciar a minha voz, e que este trabalho possa também ecoar as vozes que foram silenciadas, esquecidas ou invisibilizadas, semeando, ainda que em pequena medida, coragem, escuta e transformação.

*Corra, porém, o juízo como as águas, e a justiça como um ribeiro perene.*  
(Amós 5:24)

**RESUMO**

TOLLOTO, Gilce Helena Vaz. **Vozes silenciadas e resistências emergentes:** os impactos do racismo ambiental e dos disruptores endócrinos na saúde reprodutiva e mental.

**Introdução:** Disruptores endócrinos são substâncias químicas presentes em agrotóxicos, produtos industrializados e outras fontes que interferem no sistema endócrino, causando prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente. Esses compostos se acumulam nas cadeias alimentares e ampliam o risco de doenças como o câncer, além de afetar a saúde reprodutiva e mental de forma significativa, com consequências às futuras gerações. Esses riscos são particularmente elevados para aqueles que vivem próximos a afluentes de rios – consumidores finais de produtos industrializados e que, muitas vezes, moram próximos a áreas industriais ou em regiões cuja regulamentação ambiental é negligenciada. A categoria de racismo ambiental surge quando reconhecemos que essas exposições tóxicas tendem a afetar de forma desproporcional grupos marginalizados e comunidades de baixa renda. No entanto, a narrativa sobre tais impactos é, frequentemente, suprimida ou ignorada, e as vozes das comunidades mais afetadas são silenciadas. A interação entre disruptores endócrinos e o racismo ambiental representa um campo emergente dentro da psicologia social e da saúde pública, especialmente em razão de seus impactos na saúde reprodutiva e mental. **Objetivo:** Investigar a relação entre a exposição de indivíduos a disruptores endócrinos e seus impactos na saúde reprodutiva e mental, considerando as desigualdades ambientais que caracterizam o racismo ambiental. **Método:** Realizou-se uma pesquisa bibliográfica e qualitativa para investigar a relação entre disruptores endócrinos, saúde mental, sistema reprodutor e racismo ambiental. As principais fontes de busca foram os bancos de dados eletrônicos da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Web of Science e Scientific Electronic Library (SciELO), PubMed/ Medline nos idiomas português e inglês, além de artigos publicados entre 2002 e 2024. **Conclusões:** Ao promover uma abordagem mais inclusiva na saúde física e mental, esta pesquisa evidenciou a relação entre disruptor endócrino e racismo ambiental, e confrontou os sistemas de opressão que perpetuam as desigualdades em saúde, dando voz às comunidades afetadas e informando práticas políticas e sociais mais equitativas, visando a melhoria da saúde reprodutiva e mental para todas as populações que habitam esses lugares e as gerações futuras.

**Palavras-chave:** Disruptor endócrino; Saúde reprodutiva e mental; Poluente ambiental; Racismo ambiental; Psicologia social.

## ABSTRACT

TOLLOTO, Gilce Helena Vaz. **Silenced voices and emerging forms of resistance:** the impact of environmental racism and endocrine disruptors on reproductive and mental health.

Endocrine disruptors (EDs) are chemical substances found in pesticides, industrialized products, and other sources that interfere with the endocrine system, causing significant harm to human health and the environment. These compounds persist in ecosystems, accumulating in food chains and increasing the risk of diseases such as cancer. Moreover, they significantly affect reproductive and mental health, with repercussions for future generations. These risks are particularly high for individuals living near rivers, consuming industrialized products, or residing in industrial areas or regions with lax environmental regulations. The concept of environmental racism emerges when recognizing that these toxic exposures disproportionately impact marginalized and low-income communities. However, narratives about these impacts are often suppressed, and the voices of the most affected communities remain silenced. The intersection of endocrine disruptors and environmental racism represents an emerging field within social psychology and public health, particularly due to the profound effects on reproductive and mental health. **Aim:** This research aims to highlight the accounts of individuals who, upon attempting to raise awareness about the health risks of endocrine disruptors, found themselves marginalized or discredited by power structures that prioritize economic development over public health. It seeks to demonstrate the harmful effects of these substances on health, focusing on the reproductive system and mental health. **Method:** This study adopts an integrative and qualitative literature review, emphasizing the relationship between endocrine disruptors, mental health, the reproductive system, and environmental racism. The research was conducted through databases linked to SciELO, Google Scholar, PubMed, Science Direct, SciELO, Scopus, OurWorld in Data, WWFBrazil/Observatório do Mercúrio, and epidemiological bulletins from Brazil's Ministry of Health, covering studies published from March 1997 to March 2024, in both Portuguese and English. **Results:** By promoting a more holistic and inclusive approach to physical and mental health, this research challenges the oppressive systems that

perpetuate health inequalities, giving voice to affected communities and informing more equitable political and social practices.

**Keywords:** Endocrine disruptors; Reproductive system and neuropsychiatric manifestations; Environmental contamination; Environmental racism.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista de canais entupidos com lixo plástico em bairros precários de Porto Príncipe .....	31
Figura 2 – Vista de canais entupidos com lixo plástico em bairros precários de Porto Príncipe .....	31
Figura 3 – Radiografia dos conflitos ambientais no Brasil .....	42
Figura 4 – Territórios indígenas no Brasil e o modo como o Estado brasileiro trata os povos originários: o caso dos Kaiowá .....	43
Figura 5 – Ben Chavis, em coletiva de imprensa no National Press Club.....	49
Figura 6 – Índia Munduruku – Protesto durante o Acampamento Terra Livre .....	56
Figura 7 – II Feira Tradicional Munduruku: cultura e resistência na Mundurukânia ..	57
Figura 8 – Menina Yanomami debilitada em uma rede na comunidade Maimasi .....	58
Figura 9 – Mapa do território da população indígena Yanomami .....	59
Figura 10 – Mecanismos de ação dos disruptores endócrinos.....	64
Figura 11 – Semelhança molecular do hormônio estradiol e do bisfenol A (BPA) ...	84
Figura 12 – Chuva de veneno – Agrotóxicos aplicados de avião em plantações de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo .....	99
Figura 14 – Espiral do tempo: vozes silenciosas.....	115
Figura 15 – Linha do tempo: vozes que ecoaram no silêncio, após Rachel Carson	115
Figura 16 – Menina pulverizada com DDT na Alemanha, em 1945, como part de um programa para matar piolhos .....	119

## LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Principais disruptores endócrinos e seus efeitos no sistema reprodutor	82
Quadro 2 – Principais disruptores endócrinos e produtos relacionados ao câncer ...	91
Quadro 3 – Agrotóxicos e o impacto sobre a saúde das abelhas .....	103
Quadro 4 – Patologias relacionadas aos agrotóxicos e frutas com maior concentração de agrotóxicos.....	104

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição percentual de artigos por país.....	38
Gráfico 2 – Frequência em porcentagens das substâncias em 115 artigos .....	38
Gráfico 3 – Intoxicação por agrotóxico de uso agrícola segundo faixa etária.....	97

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

3-PBA	Ácido 3-fenoxibenóico
AINE	Anti-inflamatórios Não Esteróides
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APEO	Etoxilatos de Alquilfenol
As	Arsênio
ATZ	Atrazina
BCB	Bifenilas policloradas
BP-1	Benzofenona
BP4	Benzofenona BP4
BPA	Bisfenol A
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
Cd	Cádmio
CDE	Composto Desregulador Endócrino
CEC	Commission of the European Communities
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNA	Confederação da Agricultura e da Pecuária do Brasil
CNBB	Conferência Nacional de Bispos do Brasil
CTA	Comitê Técnico de Assessoramento de Agrotóxicos
CSTEE	Comitê Científico da Toxicidade, Ecotoxicidade e Ambiente
DBP	Ftalato de dibutil
DDE	Dicloro-difenil-dicloroetileno
DDT	Dicloro-Difenil-Tricloroetano
DE	Disruptor Endócrino
DEHP	Di(2-etilhexil) Ftalato
DES	Dietilestilbestrol
DINP	Diisononil Ftalato
E1	Estrona
E2	17 $\beta$ -Estradiol
E3	Estriol
ECHA	Agência Europeia para Produtos Químicos
EE2	17 $\alpha$ -ethynylestradiol
EFSA	Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimento

EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EGME	Éter Monometílico de Etilenoglicol
EM	Endometriose
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
EPCA	European Crop Protection Association
ETA	Estação de Tratamento de Águas
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
EU	União Europeia (European Commission)
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
GEF	Fundo Global para o Meio Ambiente
HAP	Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos
HCB	Hexaclorobenzeno
HCH	Hexaclorohidroxihexil
Hg	Mercúrio
IARC	International Agency for Research on Cancer
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICCM	Conferência Internacional de Gestão de Produtos Químicos
IPCS	Programa Internacional de Segurança Química
Kiss1	Kisspeptina NIEHS
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento
MBzP	Monobenzil ftalato
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MEHHP	Mono-(2-etil-5-hidroxihexil)
MEHP	Mmono(2-etilhexil) ftalato
MiBP	Ftalato de monoisobutil
NEPA	Lei de Política Nacional Ambiental
NIEHS	National Institute of Environmental Health Sciences
NIH	National Institutes of Health

NOTIVISA	Sistema de Notificações para a Vigilância Sanitária
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Economico
OCP	Pesticidas Organoclorados
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan Americana de Saúde
OPCW	Organização para a Proibição de Armas Químicas
PAE	Ftalatos
PAH	Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos
Pb	Chumbo
PBA	Ácido 3-fenoxibenóico
PBDE	Éteres difenílicos polibromados
PCA	Plano de Controle Ambiental
PCB	Bifenilos Policlorados
PFAS	Substâncias perfluoradas
PFC	Compostos Perfluorados
PFNA	Ácido Perfluorononanoico
PFOA	Ácido perfluorooctanóico
PFOS	Perfluorooctanossulfonato
PFQ	Pirifluquinazona
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
POP	Poluentes Orgânicos Persistentes
PP	Propilparabeno;
PPA	Programas de Ação Ambiental
PPCP	Pharmaceuticals and Personal Care Products
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RAP	Relatório Ambiental Preliminar
RCA	Relatório de Controle Ambiental
REACH	Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals
RENACIAT	Rede Nacional de Centros de Informação e Assistência Toxicológica

RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SAICM	Abordagem Estratégica Internacional para os Produtos Químicos
SciELO	Web of Science e Scientific Electronic Library
SHBG	Globulina ligadora de hormônios sexuais
SIDVEG	Sindicato Nacional das Indústrias de Defesa Vegetal
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SINITOX	Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SOP	Síndrome dos Ovários Policísticos
SUS	Sistema Único de Saúde
TBT	Tributilestanho
TCDD <sub>2,3,7,8</sub>	Tetraclorodibenzo-p-dioxina
TCS	Triclosan
UCC-CRJ	Comissão Unida da Igreja de Cristo para Justiça Racial
UNDP	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
UNICA	União dos Produtores de Cana de Açúcar
UNIDO	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
UNITAR	Instituto das Nações Unidas para Formação e Pesquisa
U.S. EPA	United States Environmental Protection Agency
WHO	World Health Organization

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>26</b>
1.1 OBJETIVO .....	34
1.2 HIPÓTESES, CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS DA PESQUISA ....	34
1.3 MÉTODO .....	35
<b>1.3.1 Resultados da busca de dados eletrônicos</b> .....	<b>37</b>
<b>2 RACISMO AMBIENTAL</b> .....	<b>41</b>
2.1 RELAÇÃO DE RACISMO AMBIENTAL E RESISTÊNCIA EMERGENTE .....	44
<b>2.1.1 Breve histórico da categoria racismo ambiental</b> .....	<b>46</b>
<b>2.1.2 Benjamin Chavis Jr.: a voz que ressoou pelos corredores do tempo</b> .....	<b>48</b>
<b>2.1.3 Racismo ambiental, segregação residencial e saúde</b> .....	<b>51</b>
<b>2.1.4 Racismo ambiental no Brasil e as comunidades quilombolas</b> .....	<b>52</b>
<b>2.1.5 Racismo ambiental e resistência da população indígena</b> .....	<b>55</b>
2.1.5.1 Etnia Munduruku e a resistência indígena.....	55
2.1.5.2 População indígena Yanomami.....	57
2.2 RACISMO AMBIENTAL, SANEAMENTO BÁSICO E A SAÚDE NO BRASIL....	61
<b>3 DISRUPTORES ENDÓCRINOS</b> .....	<b>63</b>
3.1 DEFINIÇÕES .....	63
3.2 MECANISMO DE AÇÃO DOS DISRUPTORES ENDÓCRINOS .....	64
3.3 BREVE HISTÓRICO DOS DISRUPTORES ENDÓCRINOS .....	65
<b>3.3.1 Os doze principais disruptores endócrinos mencionados na lista dos estudos globais</b> .....	<b>67</b>
<b>4 EFEITOS ADVERSOS DOS DISRUPTORES ENDÓCRINOS NA SAÚDE MENTAL</b> .....	<b>72</b>
4.1 EFEITOS NEUROTÓXICOS.....	72
4.2 TRANSTORNO DO ESPECTRO DO AUTISMO (TEA) .....	75
4.3 DISRUPTORES ENDÓCRINOS E O TRANSTORNO DO DÉFICIT DE ATENÇÃO E HIPERATIVIDADE (TDAH).....	77
<b>4.3.1 Principais disruptores endócrinos relacionados ao TDAH</b> .....	<b>78</b>
<b>5 DISRUPTORES ENDÓCRINOS E SEUS EFEITOS NA SAÚDE E NA REPRODUÇÃO</b> .....	<b>81</b>
5.1 ALTERAÇÕES NO SISTEMA REPRODUTIVO FEMININO .....	83

<b>5.1.1 Puberdade precoce .....</b>	<b>85</b>
<b>5.1.2 PFOA, ovário policístico e infertilidade .....</b>	<b>87</b>
5.2 ALTERAÇÕES NO SISTEMA REPRODUTIVO MASCULINO.....	88
5.3 DIFERENÇAS DO DESENVOLVIMENTO SEXUAL (DDS) – NOMENCLATURA ANTERIOR: INTERSEXO .....	89
<b>6 RELAÇÃO DO RACISMO AMBIENTAL E DO DISRUPTOR ENDÓCRINO AGROTÓXICO.....</b>	<b>92</b>
6.1 RACISMO AMBIENTAL E O USO DE AGROTÓXICOS.....	93
6.2 SOFRIMENTO MORAL DE COMUNIDADES RESIDENTES E DE COMUNIDADES TRABALHADORAS EXPOSTAS .....	95
<b>7 DISRUPTORES ENDÓCRINOS E O IMPACTO NO MEIO AMBIENTE .....</b>	<b>102</b>
7.1 IMPACTOS NOS INSETOS .....	102
7.2 ALIMENTOS CONTAMINADOS E OBJETOS DE HIGIENE PESSOAL.....	103
7.3 CONTAMINAÇÃO NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) .....	105
<b>7.3.1 Contaminação no ar e na poeira residencial.....</b>	<b>107</b>
<b>7.3.2 Contaminação nos chorumes de aterros sanitários .....</b>	<b>107</b>
<b>7.3.3 Organismos marinhos e composto orgânicos .....</b>	<b>108</b>
<b>7.3.4 Bacia hidrográfica .....</b>	<b>108</b>
<b>7.3.5 Répteis e peixes .....</b>	<b>108</b>
<b>7.3.6 Anomalias em moluscos.....</b>	<b>108</b>
<b>7.3.7 Pássaros.....</b>	<b>109</b>
<b>7.3.8 Água potável .....</b>	<b>109</b>
<b>7.3.9 Rios e solo contaminados por produtos farmacológicos (PF).....</b>	<b>110</b>
<b>8 VOZES SILENCIADAS E RESISTÊNCIA: SEMENTES QUE NÃO SE CALAM .....</b>	<b>114</b>
8.1 UM TRIBUTO À RACHEL CARSON – A VOZ QUE SE RECUSOU A PERMANECER EM SILÊNCIO.....	115
8.2 TYRONE HAYES: A VOZ QUE ECOOU NA RESISTÊNCIA DOS INTERESSES DA INDÚSTRIA DE AGROTÓXICOS .....	121
8.3 SAMUEL S. EPSTEIN: A VOZ QUE RESISTIU NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA .....	124
<b>9 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES .....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>161</b>

<b>ANEXO 2.....</b>	<b>199</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>221</b>

## APRESENTAÇÃO

Em um mundo onde a ciência e a natureza se entrelaçam em descobertas e desafios, esta pesquisa é esculpida pela busca incansável de visionários destemidos. Como uma médica explorando os segredos do corpo humano, me aventuro pelo vasto terreno da mente, onde os mistérios da vida esperam, ansiosamente, para serem desvendados.

O título escolhido ressoa não somente a influência de notáveis cientistas, cujas vozes foram silenciadas, mas também reflete uma jornada pessoal. Durante minha trajetória na medicina, repetidas vezes me deparei com desafios semelhantes: momentos em que as vozes da verdade e da justiça foram abafadas pela escuridão do desconhecimento ou pela indiferença ou pelo poder político. Assim, as vozes corajosas deste estudo me inspiraram e deram forma às minhas ideias, agora compartilhadas.

Cada voz que se levanta, cada pesquisa que revela, cada cuidado que se reinventa, é um gesto de insubmissão ao projeto tóxico que tenta silenciar corpos e territórios.

Este trabalho representa um exemplo tangível da persistente presença de disruptores endócrinos em nosso cotidiano, como por exemplo, nos produtos industrializados dos cosméticos, de higiene pessoal, alimentos e no solo, muitas vezes ocultos da maioria das pessoas. Em meio a esse silêncio ensurdecido, seu objetivo é iluminar os cantos escuros com uma luz científica, desvelando os dados que muitos da população marginalizada ou com menor poder aquisitivo não têm acesso.

Nesse contexto, emergem minhas reflexões iniciais, inspiradas pela pioneira Rachel Carson (1969) – uma luminária na ciência ambiental, cuja obra ressoa até os dias atuais. Em sua jornada, escreveu "Primavera Silenciosa", livro que expôs um eco devastador de desolação, revelando um mundo onde os pássaros não mais entoavam suas melodias celestiais; pelo contrário, eram testemunhas silenciosas de uma sinfonia interrompida, cujas vozes foram abafadas pelos ecos de uma contaminação desenfreada.

Diante desse cenário desolador, Carson, além de descrever um ambiente envenenado, testemunhou a complexa manifestação de disruptores endócrinos. Nas penumbras da dissonância ambiental, alguns pássaros, antes símbolos de liberdade e vitalidade, tornaram-se hermafroditas, vítimas de uma trama hormonal distorcida,

um eco trágico das interferências humanas, a contaminação das águas pelo agrotóxico diclorodifeniltricloroetano (DDT).

Em um desses episódios notáveis, as águas da Flórida se tornaram o palco de uma batalha épica entre a natureza e o desenvolvimento econômico. Os crocodilos, sentinelas das águas dos rios e guardiões das marés fluviais, emergiram como os representantes de uma tragédia silenciosa. Sob seus corpos robustos e majestosos, escondiam-se segredos sombrios de uma exposição insidiosa ao DDT.

Envenenados, os crocodilos testemunharam uma metamorfose no seu sistema reprodutor, com dimensões reduzidas de seus órgãos genitais e baixos níveis do hormônio testosterona, que trouxe como resultado a alarmante redução de sua capacidade de reprodução. Com coragem, os cientistas exploraram os mistérios sombrios que assolavam esses répteis ancestrais, revelando uma narrativa de devastação hormonal.

Dessa forma, nos limites do desconhecido, onde os cantos de certos pássaros se dissipam e os crocodilos avançam em direção ao abismo, emerge a voz do cientista como um farol de esperança em meio ao mar de desespero.

Esses cantos, aliados aos lamentos inaudíveis dos crocodilos, ecoam em uníssono com os gemidos dos filhos nascidos das mães medicadas com o primeiro hormônio sintético, o Dietilestilbestrol (DES). Sob a sombra opressiva dos disruptores endócrinos, o palco está montado para uma tragédia de proporções épicas, em que as cicatrizes do passado se entrelaçam com os suspiros do futuro.

Em um drama invisível, os homens também sofrem de um declínio na concentração e mobilidade dos espermatozoides em um período de 20 anos, e esse decréscimo da qualidade do sêmen coincide com um aumento na incidência de anomalias no sistema reprodutivo masculino. Essas substâncias químicas, presentes em plásticos, pesticidas e até em cosméticos, podem mimetizar os hormônios naturais e interferir nos sistemas reprodutivo e endócrino, comprometendo a fertilidade humana.

Além de ameaçar a fauna dos rios e florestas, o desequilíbrio coloca em risco o futuro da humanidade, lembrando-nos que o planeta inteiro está conectado por fios frágeis impossíveis de serem ignorados. Entretanto, o enredo da vida é tecido com fios de esperança e perseverança: em meio aos escombros da destruição, surgem os arautos da mudança, os heróis modernos que desafiam, por meio do conhecimento, a busca pela preservação do nosso planeta.

É aqui, nesse turbilhão de desespero e esperança, que minha jornada se inicia. Trata-se de uma saga de descobertas, em que cada palavra escrita é um passo em direção à compreensão. Como médica, me ergo diante do abismo do desconhecido, armada com a verdade revelada pela ciência e movida pela compaixão; cada palavra desta tese é escrita como um tributo àqueles que nos precederam e como uma promessa solene de proteger as gerações vindouras dos abismos que nos ameaçam.

Que o eco da dissonância se converta em um clamor de esperança e que a luz da ciência dissipe as sombras do medo e da ignorância, pois é somente pelo conhecimento e pela compreensão que se pode trilhar o caminho rumo a um futuro em que a primavera volte a ressoar com a harmonia perdida e os sonhos roubados encontrem abrigo na promessa de um novo amanhecer.

Que esta tese não se limite a um tratado científico, mas que essas palavras ecoem pelos corredores do tempo, inspirando gerações futuras a enfrentar os desafios que estão por vir, com a mesma determinação e paixão que caracterizaram os pioneiros que vieram antes de nós. Que o legado de Rachel Carson e a saga dos crocodilos da Flórida sirvam como um eterno lembrete de nossa responsabilidade para com a terra que chamamos de lar.

“Tomou, pois, o Senhor Deus o homem e o colocou no jardim do Éden para o cultivar e o guardar” (Gênesis 2:15)

## 1 INTRODUÇÃO

Esta tese nasceu da inquietação, dos silêncios impostos a corpos expostos, a territórios envenenados, a histórias não contadas. Ao investigar os impactos dos disruptores endócrinos sobre a saúde reprodutiva e mental – especialmente em contextos marcados por desigualdade e abandono, percebi que não estava apenas fazendo ciência: eu também escutava ecos. Vozes interrompidas, gritos engolidos e lamentos que nunca foram considerados “dados científicos”.

E nesse processo compreendi que a ciência se torna resistência quando se recusa a ser cúmplice do esquecimento, quando recusa a neutralidade como máscara da conveniência e quando denuncia, com rigor e sensibilidade, os mecanismos sutis e perversos que moldam a produção de doenças, de silenciamentos e de invisibilidades.

Esta pesquisa também é um gesto de escuta. É um modo de dizer que “eu vejo” e de devolver a palavra àqueles que nunca foram realmente ouvidos. Ao trazer à luz os riscos, os padrões de negligência, os impactos transgeracionais de substâncias que seguem sendo liberadas e naturalizadas, este estudo se inscreve como um ato de resistência, mesmo que, à primeira vista, não tenha nascido com tal finalidade.

Talvez seja assim que a ciência resiste: quando se alinha com a vida, com a justiça e com a memória. Quando transforma o saber em gesto ético, quando escava o invisível com amor e precisão, e quando, enfim, escuta os calados e os transforma em voz.

Isto posto, é importante ressaltar que esta pesquisa é fruto das minhas inquietações, que emergiram durante o trabalho desenvolvido no Haiti, em 2015, onde tudo começou por um trajeto e um combate interior, o combate das profundezas: as coisas arrebatam ou nos arrebatam. Baús são pequenos para o seu conteúdo; a água, salgada e poluída, deve ser bebida em um único gole; tripas se alongam na boca dos cães, que dilaceram corpos em decomposição; monstros de horror tentam me tragar.

Os corpos se misturam em uma espécie de canibalismo, que reúne o alimento e o excremento, e mesmo as palavras são engolidas em um dialeto regional. Crioulo haitiano, considerado uma minoração da língua francesa, é uma espécie de língua estrangeira sob a condição dos sons ou fonemas que permanecem matando a língua

materna, um delírio que se alastrou e fugiu do sistema dominante. Nas profundezas subterrâneas, tudo parecia horrível na chegada ao Haiti.

Ao longo dos dias, comecei a conquistar as superfícies e, lentamente, criei e vislumbrei as superfícies que me permitiram os primeiros passos em direção aos haitianos, os crioulos, meus primeiros pacientes na capital Porto Príncipe. Os movimentos de afundamento deram lugar a leves movimentos laterais de deslizamento, no entanto, o mundo das profundezas ainda existia sob a superfície. Assim, essas duas superfícies coexistiam e, nelas, havia duas línguas contíguas: o francês e o crioulo.

O trajeto até o atendimento médico atravessava ruas sem lei. Gritos de mercadores anunciando bolachas de barro, bodes e outros animais soltos entre a multidão, montanhas de garrafas cobrindo os leitos das águas escuras e o cheiro dos pneus queimados compunham a paisagem. Sob nuvens de fumaça, meu percurso se entrelaçava ao trajeto hodológico daquele povo, que sobreviveu a terremotos, desastres ecológicos e guerrilhas.

Ouvi histórias de abandono, fuga, morte, abusos sexuais de crianças, violência e de dores profundas – meu estetoscópio, pendurado no pescoço, não poderia escutar os sons e os gemidos silenciosos dos corações. Deixei de lado minhas anamneses e aparelhos médicos, e uma força interior me transportou para as profundezas de águas nunca navegadas.

Minha primeira paciente, com idade aproximada de nove anos, trajava um vestido branco e estava acompanhada por um homem que julguei ser seu pai. Logo, perguntei: “Qual é a idade da sua filha?” Ele sorriu e me respondeu: “Ela é uma moça desde os oito anos de idade e nos casamos quando ela tinha 10 anos”.

Confusa, respondi: “Não entendi, pode me explicar novamente?”. Chamei um tradutor no dialeto “criolo”, que me confirmou: “Quando ela tinha oito anos de idade ficou menstruada e, aos 10 anos, eles se casaram”. Agora, aos 12 anos de idade, ela estava preocupada por não engravidar.

Eu realmente tinha ouvido certo, mas não queria acreditar naquelas palavras. Eu estava diante de um pedófilo, mas não tinha a quem recorrer, pois naquele lugar sem leis, tudo era permitido.

Atendi outras meninas com puberdade por volta dos oito anos e pensei que esse dado poderia ser regional, mas nos dias que se passaram, ao examinar o pescoço da primeira paciente, encontrei um aumento visível – a segunda, entre outras,

com bócio. Estranhei o atendimento aos primeiros pacientes com puberdade precoce, afinal, eles não sabiam que eu era pós-graduada em endocrinologia e que cuidava clinicamente de muitas pessoas com os mais diversos diagnósticos de distúrbios hormonais.

No final do primeiro dia fui até o supermercado que permitia a entrada de algumas pessoas de uma classe seleta da Organização das Nações Unidas (ONU), que moravam na única rua asfaltada em casas coloridas, contrastando com as ruas de terra e as casas de blocos cinzas, demolidas pelos terremotos, nas quais havia haitianos abrigados. E eu estava ali, gastando em dólares.

Ao pegar a primeira garrafa de água, alguém me disse: “Pega outra água, mais cara, com menos sal”. Imediatamente pensei: “Ah! Entendi por que tantos distúrbios de tireóide: água salgada, com excesso de iodo”.

E quanto à menarca precoce aos oito e nove anos de idade, entre outros distúrbios do sistema reprodutor? Quais as possíveis causas? Com meus questionamentos, entrei na van que, diariamente, me transportava para a casa com grades de ferro nas portas e janelas, protegida por um haitiano e sua metralhadora. No meu trajeto de volta, escoltada pela Marinha e com segurança armada, recebi o primeiro comando:

Está proibido tirar fotos das ruas e dos haitianos, pois poderemos ser apedrejados. Estamos na maior e mais perigosa favela do mundo, onde não há leis; os haitianos não gostam de ser fotografados e mostrar ao mundo as suas misérias e os crimes aqui... Não são punidos [...].

Engoli a seco aquelas ordens e guardei minha câmera fotográfica, meu celular e experimentei meu primeiro gole de água salgada e poluída em silêncio, sem perceber que as respostas das minhas perguntas estavam naquela água recém-ingerida. Contudo, permiti que meus olhos fotografassem todo o trajeto de volta para a casa.

Enquanto segurava o meu precioso bem, uma garrafa de água, pensei em seu significado: aequalitas remete à igualdade, pois a água sempre se mantém igual sobre a superfície. Entretanto, sua profundidade levou os medievais a decretarem: *Abyssus, id est abest fundus!*

Assim como a água revela sua superfície, ela também abriga um abismo insondável, ou seja, sua profundidade. Naquele instante, experimentei meu primeiro devir diante de uma simples garrafa de água salgada; sem ela, eu não teria conseguido permanecer no Haiti. Abri a porta de ferro da casa e fui até a geladeira;

me esqueci que a eletricidade só funcionava duas horas por dia. Após um longo tempo no escuro, as baratas invadiam a cozinha e saboreavam os alimentos.

No dia seguinte, pensei: “Deve haver algo além da superfície da água salgada... Qual será a sua profundidade?”. Outras patologias hormonais e, em especial, distúrbios de tireóide, iam surgindo dia após dia. Pensei no significado da palavra tireóide: thyreós (escudo) e oidés (forma de); então, meu pensamento começou a fluir em questionamentos subjetivos:

Quantos escudos foram levantados no combate à língua materna?

Quantas mães dominadoras e escravizadoras demarcaram com intensidade a racialização e mataram os considerados “subalternos” nesse combate à liberdade? Quantas identidades foram destruídas nesse percurso?

Quais palavras foram caladas e silenciadas pelo medo e pela violência?

Matar a língua materna é um combate diário à voz da mãe francesa e do grupo politicamente dominante no Haiti. Pensei na hodologia do sistema nervoso e das ligações entre os neurônios e o trajeto de suas ruas.

Assim começou meu trajeto da subjetividade, que percorreu lugares misteriosos da psique, nos quais um estudo científico-intelectual não me daria fôlego para mergulhar nas profundezas e nos abismos, nem nas águas salgadas e poluídas.

Em Porto Príncipe vivenciei problemas cotidianos oriundos da falta de saneamento, que iam desde a falta d’água – ou seu baixo consumo decorrente da escassez – até o convívio com o excesso de lixo, ratos e baratas. A preocupação ao sair do trabalho e enfrentar o trajeto até em casa, o cuidado ao entrar e sair sem poder tomar banho e a neurose em vedar todos os buracos para impedir a entrada de baratas e escorpiões foram algumas das experiências que marcaram minha passagem pelo Haiti. Trata-se de uma narrativa pessoal, mas que não é somente minha, nem exclusiva daquele território: é uma história concreta, real, que não deve ser invisibilizada ou naturalizada.

Distante de ser um problema isolado, essa realidade social também se faz presente no Brasil, principalmente quando o cenário envolve as periferias, as favelas e os subúrbios.

Diante do exposto, busco a macroescala, considerando dados de abrangência nacional e internacional. Para tanto, recorro à pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e integrativo, que se baseia na análise de materiais já publicados, sobretudo livros e artigos científicos, com o objetivo de oferecer uma visão geral e aproximativa do fenômeno. Tal abordagem é especialmente pertinente quando o tema

é pouco explorado, o que permite o reposicionamento do problema sob uma nova perspectiva: a do “racismo ambiental” e da “resistência”.

A categoria de racismo ambiental emergiu subjetivamente nas minhas vivências no Haiti, como uma inquietação ética e científica quando me deparei com a constatação de que as exposições aos disruptores endócrinos (DE) não são distribuídas de forma equitativa entre as populações. Elas gravitam, com uma dolorosa regularidade, sobre grupos marginalizados e comunidades de baixa renda, frequentemente localizadas às margens de indústrias ou em áreas onde a proteção ambiental é negligenciada. Essa distribuição desigual revela um padrão de injustiça ambiental e a perpetuação de silêncios estruturais que ecoam séculos de desigualdade.

O racismo ambiental manifesta-se como uma força silenciosa e impiedosa, em que as narrativas das comunidades mais afetadas são apagadas ou ignoradas. É no contraste entre a negligência dos reguladores e a resiliência dessas populações que essa categoria ganhou vida em minha trajetória de pesquisa, na tentativa de dar voz àquilo que, tantas vezes, permanece sufocado no ruído da indiferença.

Para compreender o racismo ambiental sofrido pela população haitiana e a contaminação das águas que abastecem essa população, é preciso citar alguns aspectos históricos sociais no desenvolvimento populacional.

Fundada pelos franceses em 1749, Porto Príncipe teve como objetivo substituir a Cidade do Cap-Haitien como capital da colônia francesa. De acordo com Théodat (2013, p. 123), “[...] em um século, a cidade passou por mudanças significativas que a transformaram em metrópole Caribenha de primeira classe”. Ainda segundo o autor, como qualquer grande cidade, Porto Príncipe teve muitos problemas decorrentes de sua “[...] demografia, abastecimento de mercado, saneamento, problemas de drenagem, transporte público, engarrafamentos, etc”.

A impressão deixada por Porto Príncipe foi a de uma 'metrópole' marcada pela desordem, caos e barbárie. Atualmente, a capital haitiana, assim como outras regiões metropolitanas do país, é atravessada pela violência cotidiana, com estupros, furtos, sequestros e tráfico de drogas que dominam grande parte da dinâmica urbana (Carlos, 2023).

O Ministério do Meio Ambiente do Haiti (Haiti, 2001) destaca que nenhuma das cidades do país possui sistemas adequados de tratamento de esgoto doméstico,

industrial ou agrícola. Além da poluição atmosférica gerada pela crescente frota de veículos na capital, a poluição das águas é uma preocupação urgente.

A baía de Porto Príncipe, por exemplo, tornou-se um dos principais receptores de resíduos, incluindo águas residuais domésticas, industriais e agrícolas. Esses resíduos incluem substâncias tóxicas, como “ftalatos”<sup>1</sup> e “bisfenol-A” (BPA)<sup>2</sup>, amplamente utilizados em plásticos e produtos industriais, que são lançados sem tratamento na natureza, obstruindo esgotos e canais de drenagem, como pode ser observado nas Figuras 1 e 2, a seguir.

Figura 1 – Vista de canais entupidos com lixo plástico em bairros precários de Porto Príncipe



Fonte: Pouliquen (2020)

Figura 2 – Vista de canais entupidos com lixo plástico em bairros precários de Porto Príncipe



Fonte: Pereira (2011)

---

<sup>1</sup> **Ftalatos (DEHP, DBP, BBP):** Presentes em plásticos flexíveis, cosméticos e esperma; teratogênico; causam demasculinização e feminilização (McGinn, 2004).

<sup>2</sup> **Bisfenol A (BPA):** Utilizado em plásticos e resinas, amplamente estudado pelos seus efeitos no desenvolvimento e no sistema nervoso. Entre seus principais efeitos, estão a substituição do receptor do estrogênio, a diminuição da ovulação e o aumento de secreção da prolactina (Wozniak; Bulayeva; Watson, 2005).

Durante as chuvas, a falta de escoamento adequado causa inundações severas, agravando a situação de poluição ambiental e saúde pública. Ftalatos e BPA, conhecidos como disruptores endócrinos, são substâncias extremamente prejudiciais à saúde humana, especialmente para o desenvolvimento neurológico e reprodutivo, sendo uma das principais causas de puberdade precoce<sup>3</sup>. Esses dados explicam o aumento da incidência desse fenômeno entre as meninas haitianas.

Segundo Biro *et al.* (2012) e Wolff *et al.* (2010), os Ftalatos e o Bisfenol A contidos em embalagens plásticas interferem no desenvolvimento da puberdade precoce. Quando esses produtos químicos são liberados no ambiente, entram na cadeia alimentar e na água potável, expondo a população a riscos contínuos de contaminação.

Os dados já se faziam presentes, mas a interpretação foi tardia. Por vezes, o desconforto científico não decorre da ausência de evidências, mas da resistência em aceitá-las, seja por limitações metodológicas e interesses econômicos ou pela complexidade dos fenômenos em questão.

O avanço do conhecimento depende principalmente da nossa capacidade de conectar pontos dispersos e compreender que cada ação, por menor que pareça, pode desencadear efeitos profundos e duradouros. Por isso, é essencial que a ciência seja ágil, não somente na formulação de respostas, mas também na comunicação dos riscos para a saúde.

Além dos desafios de infraestrutura, a crise social se aprofunda com altos índices de violência. De acordo com diversos relatórios trazidos a público, o Haiti enfrenta situações de violência doméstica e estupro, incluindo agressões sexuais por membros da própria família. A falta de políticas públicas para o controle populacional e o desenvolvimento urbano adequado aumenta a vulnerabilidade das populações com menor valor aquisitivo, agravando ainda mais a situação de violência e abuso,

---

<sup>3</sup> A **puberdade precoce** (PP) pode ser compreendida como a transição da infância para a fase adulta de forma prematura, sendo considerada um problema de saúde pública por carregar consigo riscos à saúde física e psíquica da criança em desenvolvimento. Esse distúrbio atinge principalmente crianças do sexo feminino, com uma estimativa de 29 em cada 100 mil mulheres afetadas por ano. (Almache,2015). De modo geral, a puberdade sofre interferência direta de fatores genéticos, ambientais e nutricionais, e sua deflagração culmina na maturação do sistema reprodutor, estabelecendo a função reprodutiva. O início dessa fase é sinalizado pelo surgimento dos caracteres sexuais secundários, que obedece a uma ordem cronológica: desenvolvimento de mamas, seguido pelo surgimento de pelos pubianos e, por fim, a primeira menstruação nas meninas (Correa *et al.*, 2021).

especialmente em bairros densamente ocupados e sem acesso a serviços básicos de segurança e saúde.

Em 2015, durante minha permanência nos atendimentos médicos como voluntária, a organização Médicos Sem Fronteiras (2023) inaugurou, em Porto Príncipe, a clínica *Pran Men'm*, especializada no atendimento de sobreviventes de violência sexual e de gênero. O local ofereceu cuidados àqueles que necessitavam entre maio de 2015 a março de 2017, atendendo aproximadamente 1.300 sobreviventes em situação de violência e abuso sexual.

Infelizmente, a experiência do racismo ambiental não se restringe ao Haiti. De forma semelhante, o Brasil também enfrenta agressões sistemáticas à natureza, ainda que, em muitos casos, em uma escala menos drástica. As florestas brasileiras são vitimadas por madeireiras, mineradoras, garimpeiros e grileiros, impulsionados por um sistema de latifúndio e pela mercantilização dos recursos naturais, como a água, explorada por empresas privadas.

Entretanto, a cobiça se revela com ainda mais voracidade na Amazônia brasileira. Assim como no Haiti, onde a exploração desmedida reflete as disparidades socioeconômicas e uma longa história de desigualdade, no Brasil, as mesmas forças operam, marginalizando as comunidades mais vulneráveis e perpetuando um ciclo de pobreza e degradação ambiental. Em ambos os países, a natureza sofre e reflete as injustiças raciais e sociais que mancham o tecido de nossa sociedade, e a ferida do racismo ambiental sangra invisivelmente, principalmente por meio das águas contaminadas, atingindo as comunidades e perpetuando um ciclo de esquecimento e negligência. O racismo ambiental, além de ser uma questão de poluição ambiental com disruptores endócrinos, é uma profunda injustiça social que escolhe seus alvos com uma precisão brutal, deixando um rastro de desolação que transcende fronteiras.

Diante desse cenário, cada palavra escrita e cada história contada é um ato de “resistência”. Essa resistência não começa agora e nem termina nesta tese. Ela acontece toda vez que alguém escolhe enxergar a injustiça e se recusa a ser indiferente.

Resistir é também existir em meio a territórios marcados pelo racismo ambiental, em que corpos são expostos diariamente a substâncias tóxicas que desequilibram hormônios, desregulam ciclos, interrompem infâncias e atravessam gerações; a resistência emerge, portanto, como ato político, como cuidado.

É o direito ao corpo saudável, ao ambiente limpo, à água potável, ao solo fértil, ao ar respirável. É o saber ancestral que reconhece venenos onde a indústria vê progresso. Em um mundo que normaliza o adoecimento dos corpos racializados em nome da produção e do consumo, resistir é afirmar que não há saúde sem justiça ambiental e que cada voz que se levanta, cada pesquisa que revela e cada cuidado que se reinventa é um gesto de insubmissão ao projeto tóxico que tenta silenciar corpos e territórios.

Resistir é cuidar. É enxergar o outro não como número, mas como vida. É acolher os corpos adoecidos pelo descaso ambiental e social, não com resignação, mas com escuta, ciência e compaixão. É recusar a naturalização da dor. É seguir acreditando, mesmo diante da destruição, que a vida pode ser restaurada pela verdade, pelo conhecimento, pela fé e pelo amor ao próximo. (Tolloto, 2024)

## 1.1 OBJETIVO

Esta pesquisa visa investigar a relação entre a exposição da população a disruptores endócrinos e seus impactos na saúde reprodutiva e mental, considerando as desigualdades ambientais que caracterizam o racismo ambiental.

Complementarmente, como um ato de resistência, pretende-se denunciar as violências epistêmicas e sanitárias que silenciam corpos e territórios vulnerabilizados.

## 1.2 HIPÓTESES, CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS DA PESQUISA

De forma geral, a hipótese parte da premissa de que há um esforço para identificar as etiologias responsáveis pelo aumento das mutações no sistema reprodutor e pela crescente incidência de transtornos mentais na população, como os sintomas do espectro autista, os transtornos de atenção e hiperatividade, além de distúrbios neurológicos associados aos hábitos alimentares e à exposição a produtos industrializados, compostos sintéticos e metais tóxicos.

Assim, é possível extrair dos documentos pesquisados as propostas e objetivos da autora de construir a conexão do aumento da incidência das patologias mencionadas com as alterações provocadas pelas mudanças dos costumes socioambientais.

Ao considerar o panorama ora apresentado, é imperativo contribuir e promover uma abordagem integrada que envolva tanto a compreensão dos eventos passados quanto a formulação de estratégias proativas para minimizar os riscos associados à

contaminação ambiental, com um potencial de desregular e contribuir para o aumento das incidências de patologias de desenvolvimento do sistema reprodutor e dos transtornos mentais, bem como a manutenção da homeostasia do organismo e a prevenção das patologias nas gerações futuras.

Muitas das patologias implicadas têm mecanismos epigenéticos que se estabelecem precocemente “*in utero*” ou logo após o nascimento, ou seja, é fundamental aplicar os ensinamentos dos Consensos da Sociedade Americana de Endocrinologia (Endocrine Society) como o princípio da precaução (García-Carpizo *et al.*, 2011).

Considerando o ineditismo do tema no campo da psicologia clínica e social, é fundamental que a população e os profissionais da área sejam informados sobre essa questão. Além disso, é preciso adotar medidas de âmbito governamental e individual, com o objetivo de minimizar o efeito, ainda parcialmente desconhecidos, da exposição a essas substâncias.

Trata-se ainda de um campo aberto para as Ciências Sociais, na sua condição de catalisadora das mudanças do paradigma dominante assentado nas ciências naturais.

### 1.3 MÉTODO

Esta tese adotou uma pesquisa bibliográfica e qualitativa para investigar a relação entre disruptores endócrinos, saúde mental, sistema reprodutor e racismo ambiental no período compreendido entre os anos de 2002 e 2024. As principais fontes de busca foram os bancos de dados eletrônicos da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Web of Science e Scientific Electronic Library (SciELO), PubMed/Medline, voltados especificamente para publicações nas áreas médicas, psicologia social e ambiental.

Ademais, foram utilizadas estratégias de busca com as seguintes palavras-chave: disruptor endócrino; racismo ambiental; desigualdade racial; poluente ambiental; transtorno reprodutivo; transtorno mental; saúde mental. Posteriormente, para refinar os resultados, as palavras-chave foram combinadas e selecionadas em razão de sua revelância para o tema da pesquisa, a saber:

- a) “disruptor endócrino” e “saúde ambiental” ou “endocrine disruptor and environmental health”;

- b) “disruptor endócrino” e “saúde mental” ou “endocrine disruptor and mental health”;
- c) “disruptor endócrino e poluente ambiental” ou “disruptor endocrine” and “environmental pollutants”;
- d) “poluente ambiental e reprodução” ou “environmental pollutants and reproductive”;
- e) “poluente ambiental e saúde mental” ou “environmental pollutants and mental health”;
- f) “desigualdade racial na saúde” ou “inequality racial in health”;
- g) “racismo ambiental” ou “environment racism”.

Para a seleção das publicações utilizadas nesta pesquisa, foram adotados critérios específicos de inclusão, que consideraram artigos publicados entre março de 2002 e outubro de 2024, contemplando produções nacionais e internacionais. Publicações anteriores a esse intervalo foram incluídas de forma pontual, sempre que apresentavam conteúdo relevante para a contextualização histórica e compreensão do tema.

Além dos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, foram considerados os países que sediaram os estudos, com o intuito de analisar possíveis variações regionais nos resultados e interpretações. Os textos deveriam estar completos, com acesso aberto, nos idiomas inglês e português.

Para maior objetividade, foram excluídas as produções que não contemplavam esses critérios, como manuais, trabalhos de conclusão de curso, resenhas, notas, artigos pagos e/ou que não possuíam acesso total ao seu conteúdo, assim como aqueles que não tinham associação com o tema proposto de forma específica. Essa abordagem foi adotada para garantir uma cobertura ampla de fontes, reunindo as melhores evidências disponíveis para uma revisão bibliográfica completa e precisa.

As informações foram sintetizadas para identificar tendências, lacunas na literatura e áreas de consenso entre os estudos revisados, assegurando a qualidade e a relevância das fontes utilizadas na construção desta pesquisa. Ressalta-se que o percurso metodológico completo está detalhado no Anexo 1.

### 1.3.1 Resultados da busca de dados eletrônicos

Os resultados da busca nas bases de dados evidenciam uma lacuna significativa na literatura científica quanto à integração entre racismo ambiental, exposição a disruptores endócrinos e os impactos na saúde reprodutiva e mental.

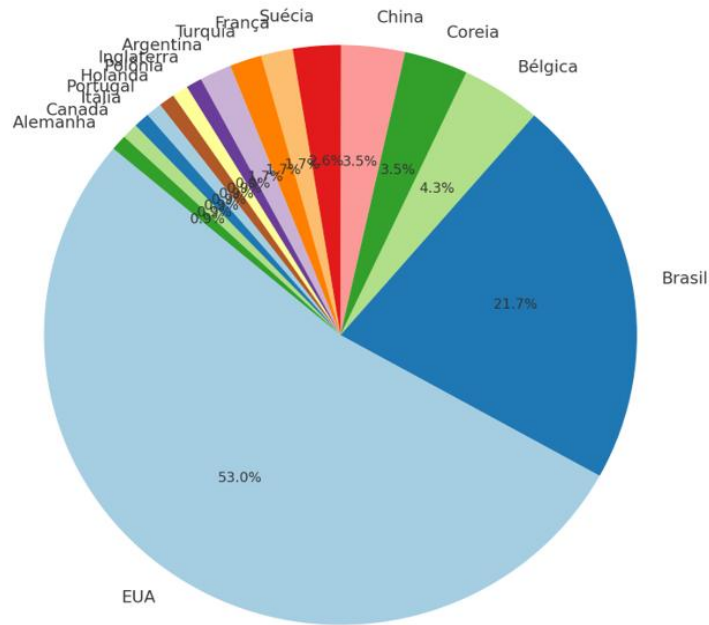
Observa-se uma concentração de estudos em países do Norte Global (Europa Ocidental e América do Norte, bem como Austrália, Israel, Japão e Nova Zelândia), com escassez de pesquisas contextualizadas nas realidades dos países do Sul Global, em grande parte, aos países em desenvolvimento, anteriormente conhecidos como Terceiro Mundo (Ásia, África, América Latina e Caribe, entre outros), onde os efeitos dessas exposições são potencializados por desigualdades socioambientais.

A ausência de abordagens interseccionais limita a compreensão das vulnerabilidades enfrentadas por populações racializadas. Esses achados ressaltam a necessidade de promover investigações que considerem os determinantes sociais da saúde e os impactos ambientais diferenciados por raça, território e classe.

Conforme se observa no Gráfico 1, a distribuição dos 115 artigos analisados revela uma expressiva concentração da produção científica em dois países: Estados Unidos (EUA), com 61 publicações (53%), e Brasil, com 25 publicações (21,7%). Juntos, esses países são responsáveis por, aproximadamente, 74,7% de toda a literatura científica analisada.

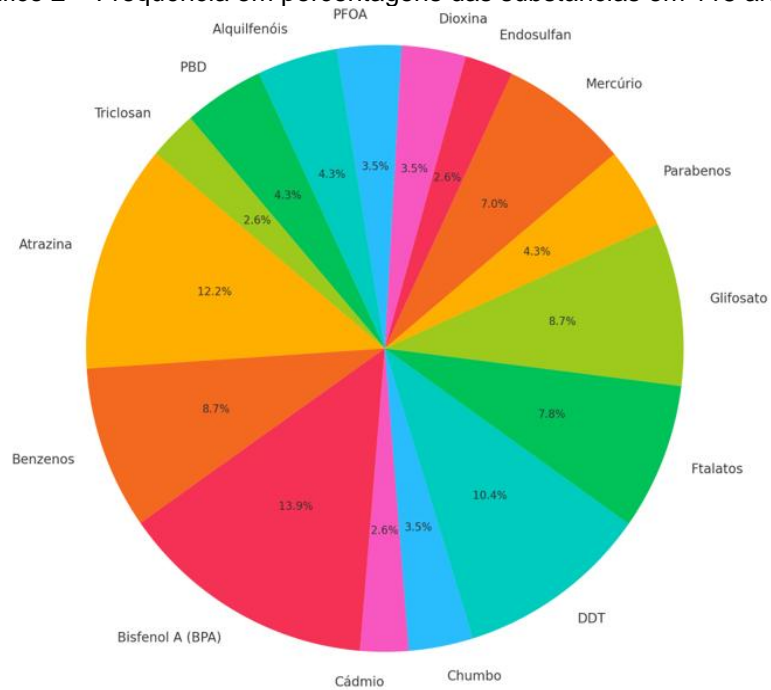
Outras nações com participação relevante, embora bem menor, incluem Bélgica, com cinco artigos (4,3%); Coreia e China, com quatro artigos cada (3,5%); e Suécia, com três artigos (2,6%). Países como França, Turquia e Argentina contribuíram com dois artigos cada (1,7%). Os demais países, Inglaterra, Polônia, Holanda, Portugal, Itália, Canadá, Índia e Alemanha, aparecem com um artigo cada (0,9%).

Gráfico 1 – Distribuição percentual de artigos por país



Fonte: A autora

Gráfico 2 – Frequência em porcentagens das substâncias em 115 artigos



Fonte: A autora

De acordo com o Gráfico 2, nota-se que as substâncias identificadas com maior frequência nos artigos analisados variaram em razão de diversos fatores, dentre os quais se destacam os critérios de busca, a localidade do estudo, a exposição ocupacional, o monitoramento da qualidade do ar, o solo agrícola, a localização das

fontes de água, a utilização das substâncias no passado, o tempo de exposição, o tipo do ambiente e habitantes residentes no local, e a faixa etária.

Os dados relacionados às substâncias presentes nos artigos que atenderam aos critérios de seleção foram organizados em termos percentuais. Considerando os 115 estudos incluídos, aproximadamente 57% abordavam agrotóxicos e contaminantes agrícolas, enquanto 43% tratavam de disruptores endócrinos.

As populações mais vulneráveis identificadas nas pesquisas foram, em grande parte, comunidades rurais e tradicionais, como agricultores, trabalhadores rurais, população indígena, quilombolas, ribeirinhos, mulheres gestantes e crianças, residentes em zonas de pulverização aérea, e população urbana de baixa renda. No entanto, ainda que distantes das plantações, outros grupos consomem alimentos contaminados e utilizam produtos de higiene pessoal, cosméticos, embalagens plásticas e alimentos ultraprocessados que contêm disruptores endócrinos, afetando de forma significativa as gestantes, as crianças e os adolescentes.

No Brasil, país que ocupa o primeiro lugar no ranking mundial de consumo de agrotóxicos (muitos deles, aliás, banidos na Europa), os impactos sobre a saúde humana e ambiental ultrapassam a esfera da toxicologia e adentram o campo da justiça social. Esse fato se reflete em um maior número de estudos científicos nacionais sobre o tema, conforme se observa nos dados coletados. A exposição combinada a agrotóxicos e DE afeta os sistemas endócrino, reprodutivo, imunológico e neurológico, e pode provocar doenças crônicas, infertilidade, transtornos mentais e câncer.

Os resultados revelam o racismo ambiental e a desigualdade social, incluindo a população de baixa renda, os negros, os povos originários, as gestantes e as crianças. A análise de 115 artigos científicos demonstra que substâncias associadas ao uso agrícola, como atrazina, glifosato e DDT, aparecem com maior frequência do que os disruptores endócrinos clássicos como bisfenol A, ftalatos e parabenos.

Esse panorama evidencia que a exposição a agrotóxicos ainda predomina como foco de estudo, refletindo a gravidade da situação brasileira. As populações mais acometidas por essas exposições são, majoritariamente, grupos em situação de vulnerabilidade socioeconômica e ambiental: trabalhadores rurais, comunidades indígenas, quilombolas, ribeirinhos e moradores de zonas periféricas urbanas.

Mulheres, gestantes e crianças representam um recorte ainda mais crítico, devido à maior susceptibilidade biológica e à carga desigual de exposição. Assim, o

envenenamento químico no Brasil deve ser compreendido como uma manifestação concreta do racismo ambiental e da necropolítica, em que o direito à saúde e à vida é sistematicamente violado em nome da produtividade agrícola e do lucro.

Diante do exposto, os resultados confirmam a inter-relação entre os disruptores endócrinos e o racismo ambiental, evidenciando como as exposições químicas incidem com maior severidade sobre os grupos vulneráveis e territórios negligenciados e no país Estados Unidos da América onde é reconhecido como o país com alto consumo de produtos industrializados.

## 2 RACISMO AMBIENTAL

“O que me preocupa não é o grito dos maus. É o silêncio dos bons” (King Jr., s.d.).

Na ciência, a compreensão das consequências do presente ocorre, muitas vezes, em um ritmo mais lento do que gostaríamos. Os eventos hoje testemunhados são, em grande parte, fruto dos processos complexos que se desenrolam ao longo de décadas. As descobertas iniciais surgiram quando olhei para trás e reconheci padrões invisíveis, como “Resistência” e “Racismo ambiental”.

Percebi que nem toda resistência grita; algumas sussurram, outras escrevem, se disfarçam de dados, de análises, de revisões sistemáticas. Mas quando olhamos com atenção, é possível perceber que há ciência que resiste porque ousa dizer o que tantos tentaram calar.

Minha jornada começou muito antes da graduação em Medicina, quando ainda era estagiária e pude vivenciar a realidade da população indígena. Naquele momento, eu não compreendia que estava sendo, silenciosamente, preparada para as experiências no Haiti relatadas na introdução desta pesquisa.

Foi como se os ensinamentos da etnia tivessem me preparado para enxergar, com clareza dolorosa, o impacto profundo e desproporcional que os disruptores endócrinos exercem sobre comunidades marginalizadas. Foi ali, em meio à força e à resistência de uma comunidade profundamente conectada com a terra, mas também marcada por décadas de vulnerabilidades impostas, que os primeiros questionamentos sobre injustiças ambientais e desigualdades em saúde começaram a germinar tanto no meu coração quanto nos pensamentos científicos.

No terceiro ano da faculdade, tive a oportunidade de estagiar em uma aldeia indígena Kaiowá, localizada no Sudoeste do Mato Grosso do Sul, nas proximidades da fronteira com o Paraguai. Trata-se de uma região marcada por intensos conflitos ambientais, atravessados pelos efeitos do racismo ambiental (Figura 3).

Figura 3 – Radiografia dos conflitos ambientais no Brasil



Fonte: Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz, 2025)

Os Kaiowás são parte do povo Guarani e vivem em diversas áreas indígenas, como as terras demarcadas de Dourados, Amambai, Caarapó e regiões próximas. Os índios enfrentam sérios desafios relacionados à perda de suas terras tradicionais, conflitos fundiários, questões de saúde pública, alteração no ciclo reprodutivo da fauna, alteração no regime tradicional de uso e ocupação do território, assoreamento de recurso hídrico, contaminação por agrotóxico ou intoxicação por substâncias nocivas, desertificação, desmatamento e/ou queimada, erosão do solo, falta/irregularidade na demarcação de território tradicional, falta de saneamento básico, favelização, incêndios e/ou queimada, invasão e dano a área protegida ou unidade de conservação, mudanças climáticas, pesca ou caça predatória, poluição atmosférica, poluição de recurso hídrico e poluição do solo.

Além disso, segundo dados divulgados no site da Fundação Oswaldo Cruz<sup>4</sup>, é sabido que a população indígena, entre os danos causados à saúde física e mental, também sofre com a violência psicológica, com ameaças, assassinato, suicídio e sofrimento psíquico.

A missão se mostrou desafiadora desde o primeiro momento. A Sra. Loyd, uma missionária com longa trajetória na região, me confiou uma tarefa delicada: seguir até uma área remota da reserva indígena, situada no coração da selva, onde o contato com a civilização era raro. Havia notícias de que alguns indígenas estavam feridos

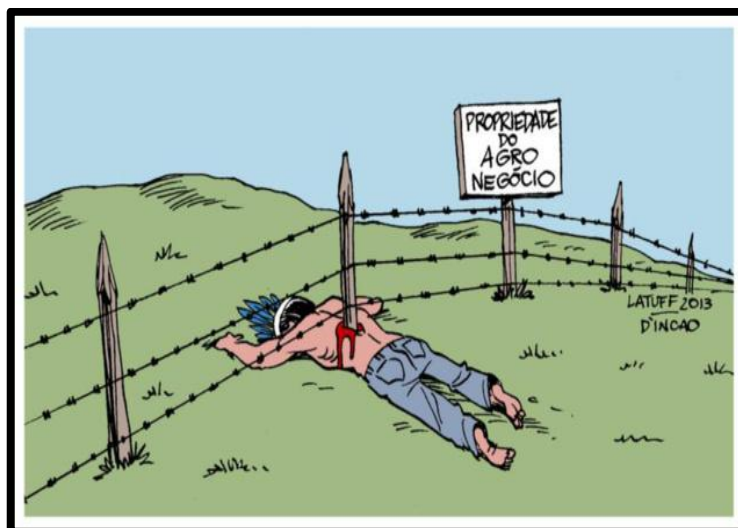
<sup>4</sup> Disponível em: <https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br>. Acesso em: 22 abr. 2025.

após um confronto com fazendeiros que tentavam expandir suas terras, invadindo o território tradicional dos Kaiowás.

Era uma manhã fria e úmida quando parti com uma enfermeira local. Caminhamos do nascer ao pôr do sol, passando por florestas densas e trilhas difíceis. A cada passo, o peso da missão se fazia mais presente em meu coração.

Ao chegar à aldeia, o cenário encontrado era desolador. O silêncio pesava no ar e as famílias estavam reunidas ao redor de pequenas fogueiras, cozinhando o pouco que tinham. Alguns tiravam piolhos de suas cabeças e os jogavam em caldos que ferviam no fogo. O confronto com os fazendeiros havia deixado muitos feridos, alguns deitados em redes, com ferimentos a bala, e outros, envenenados pela incompreensão de como utilizar medicamentos. Havia frascos vazios de antibióticos espalhados pelo chão — o conteúdo foi ingerido em dose única, sem instruções adequadas.

Figura 4 – Territórios indígenas no Brasil e o modo como o Estado brasileiro trata os povos originários: o caso dos Kaiowá



Fonte: Parágrafo 2 – Charge de Latuff (2016)

A Figura 4 ilustra, em seus traços, a dimensão mais profunda da injustiça que se impunha diante de mim. Aqueles homens, mulheres e crianças, além de estarem feridos fisicamente, eram vítimas de uma violência invisível que, à época, eu ainda não compreendia. Não se tratava apenas do confronto direto com fazendeiros armados, mas da destruição de suas terras, da contaminação de seus rios e do abandono por parte de um sistema de saúde que lhes era inacessível.

Aquele era o racismo ambiental em sua forma mais silenciosa e cruel, que ameaçava suas vidas e cultura em razão de interesses econômicos, sem que ninguém

se importasse com o impacto devastador sobre suas vidas. Naquele momento, percebi que estava vivendo algo que me marcaria para sempre.

Outro aspecto que me chamou atenção, de forma semelhante ao que observei no Haiti, foi a puberdade precoce entre as meninas indígenas. Naquele momento, acreditei tratar-se simplesmente uma característica natural de seus corpos, parte da diversidade biológica entre os povos, no entanto, somente agora a ciência lança luz sobre um fator invisível e insidioso: a contaminação por mercúrio.

Estudos recentes revelam que a exposição crônica a esse metal pesado, amplamente presente em territórios impactados pelo garimpo e outras atividades antrópicas, interfere no sistema endócrino, precipitando a maturação sexual. Assim, o que antes parecia uma particularidade inerente às meninas da população indígena, emerge sob a lente da toxicologia ambiental, como um reflexo das desigualdades que moldam os corpos e as vidas, muitas vezes de forma silenciosa e irreversível (Wang *et al.*, 2021).

A experiência de ver um povo lutando por suas terras e, mais ainda, por sua sobrevivência física e cultural, me norteou de forma instintiva. Estava claro que uma violência física e estrutural, imposta por um sistema que os via como obstáculos ao progresso, se fazia presente. A injustiça ambiental e social presenciada moldou minha visão de mundo e meu caminho na Medicina. Ali, no meio da selva, me dei conta de que ser médica era muito mais do que simplesmente tratar doenças: era, sobretudo, entender as raízes profundas dos problemas de saúde que, muitas vezes, nasciam da injustiça.

Foi ali, entre os Kaiowás, cuidando de suas feridas, que aprendi a compreender as profundas desigualdades que as geram. Aquelas cicatrizes, visíveis e invisíveis, me guiariam pelo resto da minha carreira e me mostrariam que a luta pela saúde é, também, uma luta pela justiça social e ambiental – causa esta que passei a carregar por toda a minha vida profissional.

## 2.1 RELAÇÃO DE RACISMO AMBIENTAL E RESISTÊNCIA EMERGENTE

“Resistência não é só reativa, é também afirmativa: ela não apenas resiste ao que destrói, mas insiste em viver, recria mundos, cuida de outras formas, faz ciência com o corpo, com a terra e com o tempo” (Tolloto, 2024).

Em territórios marcados por desigualdades ambientais, onde a contaminação do solo, da água e do ar estão entrelaçados com a cor e com a renda, corpos racializados vivem uma exposição contínua e silenciosa a substâncias tóxicas, dentre elas, os disruptores endócrinos. Presentes em agrotóxicos, plásticos, alimentos ultraprocessados e produtos de higiene, esses compostos comprometem profundamente a saúde reprodutiva e mental, atravessando gerações, hormônios e histórias.

Ainda que historicamente silenciados por estruturas de poder que naturalizam o adoecimento, esses corpos não se calam e resistências florescem nas bordas: mães se organizam para proteger seus filhos, comunidades que denunciam injustiças, saberes ancestrais que desafiam os limites da ciência hegemônica e práticas cotidianas de cuidado, denúncia e sobrevivência, que mantêm viva a luta por dignidade.

Há uma profunda interseção entre resistência emergente e racismo ambiental, um ponto de tensão do qual emergem vozes historicamente silenciadas. Longe de serem apenas vítimas passivas dos danos socioambientais, as populações afetadas constroem, no cotidiano, estratégias de enfrentamento que revelam formas potentes de resistência.

Logo, esta pesquisa não se limita a mapear os impactos do racismo ambiental, mas propõe uma escuta atenta aos mecanismos de opressão e, sobretudo, às práticas individuais e coletivas que reconfiguram o sofrimento. São modos de existir e resistir que, mesmo em meio à injustiça, afirmam a vida, a dignidade e o direito à permanência nos territórios.

Partindo dessa concepção, o racismo ambiental pode ser compreendido como uma manifestação específica desse sistema organizado de hierarquização racial, que se expressa no modo com que as populações racializadas, historicamente marginalizadas, são desproporcionalmente expostas a riscos ambientais, poluição, ausência de infraestrutura adequada e negação do direito ao território.

A categoria foi inicialmente formulada no contexto norte-americano por Bullard (2000), considerado o pai da justiça ambiental, ao denunciar a concentração de depósitos de lixo tóxico e outras formas de degradação ambiental em comunidades negras e pobres nos Estados Unidos. No Brasil, autores como Acselrad (2004a) e Silva (2007) demonstram que o racismo ambiental se manifesta na distribuição desigual dos impactos socioambientais, atingindo de forma mais severa as

populações negras, indígenas, ribeirinhas e periféricas, em um processo que articula desigualdades raciais, territoriais e socioeconômicas. Assim, o racismo ambiental reflete e aprofunda as desigualdades estruturais já existentes, tornando urgente a articulação entre justiça ambiental e justiça racial.

O racismo pode ser compreendido como um sistema organizado que estrutura a sociedade a partir da categorização e hierarquização de grupos sociais em raças ou etnias. De acordo com Williams (2004), esse sistema desvaloriza e enfraquece os grupos considerados inferiores, distribuindo, de forma desigual, os recursos e oportunidades socialmente valorizados. Suas manifestações podem ocorrer tanto em nível individual quanto institucional, por meio de atitudes preconceituosas (como julgamentos negativos), estereótipos (concepções generalizantes) e práticas discriminatórias que resultam em tratamento desigual de grupos étnico-raciais estigmatizados.

O racismo ambiental, por sua vez, não é um fenômeno recente. Desde os primórdios das práticas industriais e urbanas, populações marginalizadas – especialmente comunidades afrodescendentes e de baixa renda – têm sido desproporcionalmente afetadas pela poluição e degradação ambiental (Williams; Mohammed, 2013a).

Foi a partir das lutas heróicas dos grupos vulneráveis e marginalizados iniciadas nos Estados Unidos que emergiu um clamor por justiça. Expostos sistematicamente a riscos ambientais, esses grupos viram seus lares transformados em destinos preferenciais para depósitos de lixo, aterros e incineradoras. O movimento por justiça ambiental ressoava como um poderoso chamado à reflexão sobre a condição dos negros no contexto social norte-americano, evidenciando como o desenvolvimento e a perpetuação de relações de tipo colonial continuavam a reproduzir a dominação econômica, social e política sobre os homens e mulheres afrodescendentes ao longo de quatro séculos.

### **2.1.1 Breve histórico da categoria racismo ambiental**

A expressão “racismo ambiental” foi criada na década de 1980 pelo Dr. Benjamin Franklin Chavis Jr., químico, reverendo e liderança do movimento pelos direitos civis dos negros norte-americanos, nascido em 1948. Na juventude, Chavis foi assistente de Martin Luther King Jr. (1929-1968), pastor batista, ativista político e

ganhador do Prêmio Nobel da Paz por suas ações voltadas ao combate do racismo nos Estados Unidos, por meio de uma resistência não violenta (Chavis, 2005).

Essa conexão histórica com o líder pacifista, além de colocá-lo no centro dos eventos transformadores da época, também moldou profundamente sua abordagem no que se refere às questões de justiça social e direitos civis. Ao testemunhar a liderança moral e o compromisso com a não violência de Luther King, Chavis integrou esses princípios em seu ativismo, aplicando-os, mais tarde, na luta vigorosa contra as injustiças ambientais (Alier, 2018).

A categoria de racismo ambiental surgiu em meio a protestos contra o depósito de resíduos tóxicos no condado de Warren, Carolina do Norte, onde a maioria da população era negra. Em 1978, na cidade de Búfalo, Nova Iorque, o caso “Love Canal”<sup>5</sup> chocou o país.

Uma comunidade operária, em sua maioria negra, descobriu que suas casas e escolas estavam sobre um canal coberto, outrora utilizado como depósito de resíduos tóxicos. Com o passar dos anos e sob a influência de fortes chuvas, esses resíduos começaram a emergir, trazendo à superfície uma ameaça invisível e perigosa para a saúde. Ali, a comunidade negra se levantou em protesto ao descobrir que um aterro de Bifenilos policlorados, em geral, conhecidos por PCB<sup>6</sup> (polychlorinated biphenyl), composto altamente tóxico ao ser humano e ao ambiente. Os protestos resultaram em mais de quinhentas prisões, mas também acenderam a chama da resistência. (Chavis, 1987)

Nesse contexto de justiça, inicia-se a narrativa sobre o ativista afro-americano de direitos civis Benjamin Chavis.

---

<sup>5</sup> De 1942 a 1953, a Hooker Chemical Company, com sanção do governo, começou a usar o canal parcialmente escavado como um depósito de resíduos químicos. No final desse período, esse canal contava com cerca de 21 mil toneladas de produtos químicos tóxicos, incluindo pelo menos 12 cancerígenos conhecidos (orgânicos halogenados, clorobenzenos e dioxinas, entre eles). Hooker cobriu o aterro de resíduos perigosos de 16 acres com argila e vendeu a terra para o Conselho Escolar de Niagara Falls, tentando se absolver de qualquer responsabilidade futura, incluindo um aviso na escritura da propriedade. Disponível em: <https://www.epa.gov/archive/epa/aboutepa/love-canal-tragedy.html>. Acesso em: 10 nov. 2024):

<sup>6</sup> Trata-se de uma classe de compostos químicos obtidos a partir do bifenilo e conhecidos como PCB. São utilizados em diversas aplicações industriais e comerciais e em elevadas concentrações podem provocar de irritações cutâneas a efeitos mais graves no sistema nervoso, sobretudo nas crianças.

### 2.1.2 Benjamin Chavis Jr.: a voz que ressoou pelos corredores do tempo

Em 1971, a Comissão Unida da Igreja de Cristo para Justiça Racial (UCC-CRJ) enviou o jovem Benjamin Chavis Jr. à cidade de Wilmington, na Carolina do Norte, EUA, com a nobre missão de contribuir para o fim da segregação do sistema de escolas públicas (United Church of Christ, 1987).

Os eventos que se desdobraram, no entanto, vão muito além do esperado. Um incêndio criminoso, desencadeado por um bombardeio, irrompe na cidade, desencadeando uma série de acusações contra nove homens negros – dentre eles, Benjamin Chavis – e uma mulher branca. Todos foram presos e submetidos a um julgamento conduzido pelo promotor Jay Stroud, cujos esforços incansáveis para evitar a libertação dos 10 acusados foram notórios.

Uma testemunha, subornada, fingiu estar doente e, embora nove dos 12 jurados selecionados fossem afro-americanos, o adiamento do julgamento permitiu a reorganização do júri, que passou a incluir 10 brancos e apenas dois negros (Chavis, 2012). Essa reviravolta culminou com uma decisão condenatória, enviando todos os acusados para a prisão. A repercussão desse fato não tardou a chegar, ecoando por todo o país.

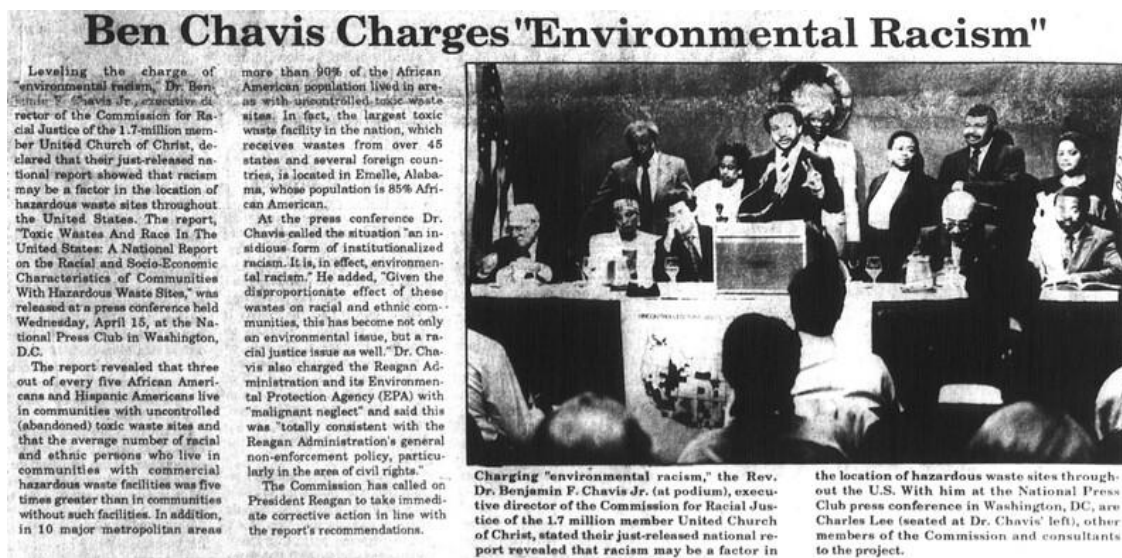
Em 1980, após quase uma década atrás das grades e com a atenção internacional voltada para o caso, as acusações então imputadas foram, finalmente, revogadas. É nesse período de encarceramento que Benjamin Chavis mostra sua resiliência, transformando sua experiência em duas obras literárias significativas: "An American Political Prisoner" e "Psalms from Prison" (Chavis, 1987). O grupo, agora conhecido como "Wilmington 10", torna-se um símbolo da luta dos negros pelos direitos civis (Chavis, 2012).

Quando a governadora da Carolina do Norte concedeu perdão ao grupo de presos, quase 35 anos após sua condenação, os "Wilmington 10" transcenderam as fronteiras da injustiça e se tornaram um símbolo de redenção e luta contra o racismo sistêmico. Nas palavras da governadora Beverly Perdue, as condenações são marcadas por um racismo profundo e representam uma mancha horrenda no sistema judicial do estado (Bullard, 2005).

Em 1987, ao levantar a acusação de "racismo ambiental", o agora Dr. Benjamin F. Chavis elaborou um relatório intitulado "Resíduos Tóxicos e Raça nos Estados

Unidos: um relatório nacional sobre as características raciais e socioeconômicas das comunidades com depósitos de resíduos perigosos”, divulgado na coletiva de imprensa realizada no National Press Club, em Washington D.C. (Chavis, 1987), conforme pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Ben Chavis, em coletiva de imprensa no National Press Club



Fonte: The Charlotte Post<sup>7</sup> (1987)

Na foto exibida pelo jornal, o Reverendo Dr. Benjamin F. Chavis Jr. (no púlpito) aparece acompanhado por Charles Lee (sentado à esquerda do Dr. Chavis) e outros membros da Comissão e consultores do projeto.

De acordo com Bullard (2005), o relatório revelou que três em cada cinco afro-americanos e hispânicos vivem em comunidades que possuem depósitos de resíduos tóxicos (abandonados) e que a média de pessoas pertencentes a minorias raciais e étnicas nessas comunidades é significativamente maior do que em áreas sem essas instalações. Além disso, em dez grandes áreas metropolitanas, mais de 90% da população afro-americana vivia em locais com depósitos de resíduos tóxicos.

Na verdade, o maior depósito de resíduos tóxicos do país, que recebe lixo de mais de 45 estados e vários países estrangeiros, está localizado em Emelle, Alabama, onde 85% da população é afro-americana. <sup>1</sup> Os dados apresentados mostram que essa localização não é aleatória, mas sim influenciada por fatores socioeconômicos e

<sup>7</sup> Disponível em: <https://exhibits.lib.unc.edu/items/show/7443>. Acesso em: 01 dez. 2024.

raciais, reforçando o argumento de que políticas ambientais também são políticas de justiça social.

Durante a coletiva de imprensa, segundo Chavis (1987), a situação foi classificada como:

“[...] uma forma insidiosa de racismo institucionalizado. É, de fato, o racismo ambiental. [...] Dado o impacto desproporcional desses resíduos sobre as comunidades raciais e étnicas, isso se tornou não apenas uma questão ambiental, mas também uma questão de justiça racial”.

Chavis (1987) também acusou o governo Reagan e sua Agência de Proteção Ambiental (EPA) de negligência maligna. Por fim, o relatório e sua repercussão foram fundamentais para impulsionar futuras pesquisas e ações sobre racismo ambiental, abrindo caminho para debates que continuam até os dias atuais, tanto nos Estados Unidos quanto em outros países.

Complementarmente, o caso “Emelle”<sup>8</sup>, Alabama, ilustra o problema de forma concreta:

[...] uma comunidade majoritariamente afro-americana sendo escolhida para abrigar o maior depósito de resíduos tóxicos do país, recebendo materiais perigosos de diversos estados e até de outros países. Esse exemplo é uma evidência contundente de como o racismo estrutural opera na definição de políticas ambientais e na gestão de resíduos industriais. (Milman, s.d).

De acordo com Herculano (2008), existe uma alta concentração de depósitos de resíduos e lixos tóxicos nas comunidades negras norte-americanas. Em seu artigo, a autora destaca que, entre quatro aterros de resíduos industriais localizados em estados como Alabama, Geórgia, Kentucky, Carolina do Norte e Carolina do Sul três estavam situados em comunidades afro-americanas.

Como já mencionado, o maior aterro de lixo tóxico norte-americano está localizado na região de Emelle, no Alabama, onde os negros são 90% da população. Outro exemplo citado é uma área no sudoeste de Chicago, composta por 75% de negros e 11% de latinos, que, em 1991, concentrava 50 aterros, 100 fábricas e 103 depósitos abandonados de lixo tóxico (Herculano, 2008).

Esses eventos trouxeram à tona uma realidade perturbadora: comunidades afro-americanas estavam, e ainda estão, entre as mais expostas aos poluentes

---

<sup>8</sup> Emelle, no condado de Sumter, cuja população é cerca de 90% negra e um terço vive na pobreza, abriga o maior aterro de resíduos perigosos dos EUA, que chegou a concentrar cerca de 40% de todo o lixo tóxico descartado no país nos anos 1980. Já em Anniston, Alabama, a Monsanto foi responsabilizada judicialmente pela contaminação com PCB, compostos tóxicos associados a câncer e danos ao fígado, resultando em um acordo milionário com milhares de moradores afetados (Mundo melhor, 2008).

tóxicos, aos resíduos industriais e às fontes de contaminação ambiental. Como consequência, essas populações são mais suscetíveis a viver em áreas altamente poluídas e a sofrer com uma série de problemas de saúde crônicos, incluindo distúrbios mentais e reprodutivos (Swan, 2005; Baird, 2002; WHO, 2001; Colborn; Dumanoski; Myers, 2002).

Benjamin Franklin Chavis Jr., com coragem e dedicação, abriu caminhos e inspirou gerações a lutar por um mundo onde a justiça ambiental fosse uma realidade para todos. Ao recusar o silêncio diante da marginalização, contribuiu para construir um futuro mais justo, no qual nenhum grupo seja obrigado a suportar, sozinho, o peso do progresso.

### **2.1.3 Racismo ambiental, segregação residencial e saúde**

O racismo ambiental surgiu, portanto, no contexto do movimento negro dos Estados Unidos há cerca de 50 anos, porém, com o passar do tempo, a categoria foi ampliada. Atualmente, ela diz respeito às injustiças sociais e ambientais que impactam mais fortemente grupos étnicos vulnerabilizados e outros grupos discriminados por sua “raça”, origem ou cor. Isso significa que abrange negros, comunidades indígenas, quilombolas, ribeirinhas e periféricas, entre outras.

A segregação residencial constitui um dos aspectos institucionais do racismo ambiental, que tem criado e alimentado a desigualdade econômica racial e, conseqüentemente, desigualdades étnico-raciais em saúde (Williams; Collins, 2001). Essa situação é particularmente visível nos EUA, onde a segregação foi uma das políticas públicas mais efetivas do século 20 (Cell, 1982), e em países colonizados, em todo o mundo, onde os povos indígenas foram transferidos forçosamente para reservas ou outras localidades marginalizadas.

A segregação racial, tema preocupante em vários países desenvolvidos, também pode ocorrer em razão do status de imigrante em muitos contextos nacionais e afetar a saúde por meio de múltiplas vias (Williams; Collins, 2001). Primeiramente, ela restringe o êxito socioeconômico, limitando o acesso à educação de qualidade, da pré-escola ao nível médio, e à preparação para o ensino superior, além de restringir o acesso a oportunidades de emprego. Não há nada inerentemente negativo no fato de pessoas da mesma raça viverem próximas.

O problema da segregação é a concentração de pobreza e de males sociais, e a ausência de caminhos para oportunidades, entre outros contextos. Em Chicago, por exemplo, a correlação entre o percentual de pobres e o percentual de negros e hispânicos em escolas fundamentais era de 0,9%.

Outros dados demonstram que escolas segregadas são desiguais em várias dimensões, incluindo a qualidade dos professores, os recursos educacionais, os dispêndios por estudante e violência, criminalidade e pobreza no entorno (Orfield *et al.*, 2008).

Em 1983, um relatório da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) apontou que, em oito estados localizados no Sul do país, 75% (ou três em cada quatro) dos depósitos de rejeitos estavam concentrados em bairros de população predominantemente negra, apesar desse grupo representar apenas 20% dos habitantes da região.

Nesse cenário, dentre outros personagens importantes, destaca-se o sociólogo norte-americano Robert Bullard (1993), que esteve à frente, principalmente, da estruturação do conceito de justiça ambiental.

#### **2.1.4 Racismo ambiental no Brasil e as comunidades quilombolas**

Quando a temática se volta para o racismo no Brasil, é preciso considerar uma realidade repleta de peculiaridades. O contexto brasileiro é marcado por fatores determinantes para a compreensão das relações raciais estabelecidas no país, já que seria impossível falar em raça ou racismo sem considerar o regime de escravidão vigente durante séculos e a resistência negra a esse regime; o processo colonial; a longa submissão à dominação de determinados grupos étnico-raciais e as especificidades do processo abolicionista; a instauração de uma república que deixou à margem a população negra liberta; os quilombolas.

As comunidades quilombolas brasileiras representam um dos pilares da resistência e da diversidade cultural do país, e são formadas majoritariamente por descendentes de africanos escravizados que fugiram da opressão e construíram territórios de liberdade e autossuficiência. Entretanto, mesmo depois de mais de um século da abolição formal da escravatura, essas populações seguem enfrentando processos de exclusão social, negligência estatal e graves injustiças ambientais.

Muitos territórios quilombolas estão localizados em áreas ambientalmente sensíveis e próximas a empreendimentos extrativistas, como mineração e agricultura intensiva, que frequentemente utilizam ou liberam metais pesados como chumbo, mercúrio, cádmio, arsênio e alumínio. Essas substâncias, quando lançadas no solo, na água ou no ar, geram impactos severos à saúde humana e ao equilíbrio dos ecossistemas. As populações quilombolas, por sua dependência direta dos recursos naturais e por sua histórica falta de acesso a serviços públicos essenciais, encontram-se em situação de extrema vulnerabilidade frente a esses contaminantes.

Suertegaray (2017) analisa os conflitos ambientais territoriais dos quilombolas, o manejo das técnicas empregadas pelos ancestrais nos cuidados da terra e na manutenção de espécies animais em seus territórios, e relata as contaminações pela exploração dos seus recursos naturais, pelas práticas de apropriação do espaço territorial e pelas práticas produtivas que alteraram a relação entre os seres humanos e a natureza.

Por fim, a autora conclui que a relação entre os seres humanos, a natureza e os conflitos que dela emergem são totalmente políticos. O desmatamento, a escassez de água, o uso indiscriminado de agrotóxicos e a perturbação dos ecossistemas afetam profundamente os hábitos e a rotina dos quilombolas (Suertegaray, 2017, p. 155).

Para Acselrad *et al.* (2009), tais conflitos pressupõem, na maioria dos casos, situações de injustiça ambiental que ocorrem quando há distribuição/apropriação desigual dos custos e benefícios de um modelo de desenvolvimento (promovido por agentes públicos, privado ou não raramente por ambos), de modo mais amplo, ou de determinado empreendimento, em casos mais específicos.

Em relação ao sistema produtivo habitualmente adotado, as injustiças podem se referir à concentração de terra e ao uso de bens comuns como a água e o solo, bem como ao efeito dispersivo de insumos e resíduos (Acselrad *et al.*, 2009).

Outros estudos desenvolvidos por Souza e Corrêa (2019) e Brito, Silva e Nascimento (2021) indicam a exposição crônica aos metais pesados, que está associada a uma série de problemas de saúde, incluindo danos neurológicos, comprometimento do desenvolvimento infantil, doenças renais, câncer e transtornos mentais.

Em comunidades quilombolas, essa realidade é agravada por condições socioeconômicas precárias, racismo ambiental e a invisibilidade de suas demandas por justiça socioambiental (Pacheco, 2018).

O racismo ambiental também se manifesta de forma clara nos impactos das grandes monoculturas e do desmatamento, que afetam desproporcionalmente as comunidades afrodescendentes. Pouca atenção é dada às mudanças ambientais decorrentes dessas práticas agrícolas intensivas, como a redução da agrobiodiversidade e a ameaça à segurança alimentar (Souza, 2019).

Câmara *et al.* (2024), por sua vez, relacionam a insegurança alimentar nas comunidades quilombolas da Amazônia, onde as patologias decorrentes da contaminação dos alimentos e da água por agrotóxicos e mercúrio refletem diretamente na saúde dessa população.

A análise dos impactos do avanço do agronegócio sobre uma comunidade quilombola localizada no estado brasileiro do Tocantins realizada por Chaveiro e Felício (2019) aborda o conflito sob as perspectivas territorial, ambiental e sociocultural. A metodologia adotada baseia-se na pesquisa de campo, a partir de entrevistas qualitativas junto aos membros da comunidade, e os achados revelam que a perda do território tradicional em favor do agronegócio, evidenciando a problemática fundiária, está diretamente relacionada à intensificação de danos ambientais como desmatamento, escassez de água, uso intensivo de agrotóxicos e perturbações à fauna e flora local, afetando de maneira significativa os modos de vida e o cotidiano dos quilombolas.

O sofrimento dessas comunidades vai além do biológico e do físico: é também simbólico e político. Trata-se de um sofrimento ético e histórico, marcado pela negação sistemática de direitos, pelo silenciamento e pela contínua violação de territórios ancestrais.

A contaminação por metais pesados, portanto, deve ser compreendida como parte de um ciclo mais amplo de opressão e desigualdade estrutural que afeta as populações negras e tradicionais no Brasil. Reconhecer a luta dos quilombolas por saúde, território e dignidade é essencial para a construção de um país mais justo, e a inclusão dessas vozes nos debates sobre saúde ambiental, políticas públicas e reparações históricas é uma urgência que não pode mais ser adiada.

### **2.1.5 Racismo ambiental e resistência da população indígena**

Na interação entre a Terra e seus habitantes, há uma trama de interesses e lutas, na qual a beleza da natureza é entrelaçada com as cicatrizes da injustiça. É uma história que começa às margens dos rios e nos corações das florestas, onde os suspiros da terra se encontram com as lágrimas dos povos indígenas.

Os povos indígenas, originários destas terras muito antes da colonização europeia, foram e ainda são os verdadeiros guardiões da biodiversidade, dos rios, das florestas e das sementes. Seu modo de vida está profundamente conectado ao equilíbrio dos ecossistemas e à preservação das fontes de água e de vida. Todavia, em um país marcado por desigualdades estruturais e por um projeto de desenvolvimento excludente, esses povos têm sido sistematicamente violentados, deslocados e contaminados, vítimas de um processo brutal de racismo ambiental.

No Brasil, essa categoria ganha contornos dramáticos diante da expansão desenfreada do agronegócio, da mineração e de grandes obras de infraestrutura nos territórios tradicionais. Regiões indígenas que antes eram santuários ecológicos estão, hoje, diretamente ameaçadas pela pulverização aérea de agrotóxicos, pelo uso intensivo de fertilizantes químicos e pela mineração que contamina rios com metais pesados como mercúrio, chumbo, arsênio e cádmio.

#### **2.1.5.1 Etnia Munduruku e a resistência indígena**

Os Munduruku, tradicionalmente conhecidos como um povo guerreiro da Amazônia, têm enfrentado novos desafios em tempos recentes. A crescente presença do garimpo ilegal em seus territórios levou alguns integrantes da comunidade a se envolverem com essa atividade, muitas vezes como única alternativa de subsistência diante da pressão externa e da destruição de suas formas tradicionais de vida.

Esse contato direto com o garimpo trouxe graves consequências à saúde do povo Munduruku, especialmente devido à contaminação por mercúrio, uma substância altamente tóxica utilizada no processo de extração do ouro. Os efeitos dessa contaminação foram devastadores: mulheres grávidas deram à luz crianças com distúrbios neurológicos, enquanto seus maridos e filhos também passaram a apresentar sintomas de intoxicação, como alterações cognitivas, motoras e comportamentais.

Figura 6 – Índia Munduruku – Protesto durante o Acampamento Terra Livre



Fonte: Fernandes (2022)

Diante dessa realidade dolorosa, as mulheres Munduruku se organizaram em um gesto de resistência e coragem: retomaram a produção de seus trabalhos manuais – artesanatos tradicionais carregados de significado cultural – e passaram a vendê-los, como forma de renda alternativa. Com essa iniciativa, conseguiram retirar seus maridos e filhos do garimpo, resgatando, ao mesmo tempo, modos de vida sustentáveis e enraizados em sua ancestralidade (Rodrigues, 2002).

Essa forma de resistência, contudo, não passou despercebida. Garimpeiros, ao notarem a perda de seus trabalhadores, reagiram com violência: atearam fogo no local destinado à venda dos artesanatos, tentando calar a luta silenciosa e resiliente dessas mulheres.

Mesmo diante da destruição e da dor, o povo Munduruku segue resistindo. Sua história é marcada pela força, pela luta em defesa do território, pela preservação de sua identidade e, acima de tudo, pela resistência e coragem das mulheres que transformam sofrimento em ação e reconstrução da II Feira Tradicional de Cultura e Resistência, conforme se observa na Figura 7.

Figura 7 – II Feira Tradicional Munduruku: cultura e resistência na Mundurukânia



Fonte: Dias (2017)

De acordo com o Movimento Ipereg Ayu Associação Da'uk Associação Pariri (Munduruku do território Dajé Kapap Eipi),

Reunimos um pouco de tudo que fazemos: arte, comida e cantamos um pouco e nos divertimos muito Nossa Feira Tradicional é cheia de vida lá sabemos se o parente inventou algo novo ou se quando foi na floresta viu alguma novidade. Fazemos assim, porque esse é o nosso caminho, é esse o nosso jeito, aqui até vemos o sol de outro jeito e o céu tem outro nome pra nós. Isso tudo é o nosso plano de vida!

Vamos explicar: Nosso Plano de Vida é construído para o território Munduruku, para os rios serem livres de barragens, as mulheres com sua força estão preocupadas. Já construíram o Plano e estão colocando em prática, como a nossa Feira Munduruku.

A Feira é pra fortalecer nosso caminho. Sem buracos no chão da floresta e sem veneno no rio Ixididi. Também vai trazer dinheiro pras nossas famílias e ajudar as aldeias. Aqui nos fortalecemos, aqui somos Wuyjugu. Tomando caxiri, mingau de manicuera.

#### 2.1.5.2 População indígena Yanomami

Outro exemplo alarmante é a situação dos povos Yanomami, que têm sofrido com o garimpo ilegal e a contaminação por mercúrio, responsável por provocar doenças neurológicas como atraso no desenvolvimento motor e no aprendizado, doenças imunológicas, gastrointestinais e malformações congênitas e aborto. Estudos apontam que as crianças e mulheres em idade fértil, sobretudo gestantes, estão entre os grupos mais vulneráveis (Brasil, 2022; Pfeiffer; Lima; Silva, 2021).

O relatório sobre contaminação por mercúrio nos territórios Yanomami e Munduruku (Brasil, 2022) retrata as aldeias situadas na região do Alto Rio Mucajaí, que reúnem Yanomamis do subgrupo Ninam. Ao todo, foram examinadas 287

amostras de cabelo de indivíduos de variadas faixas etárias, incluindo crianças e idosos. Em 84% delas, foram encontrados níveis de mercúrio<sup>9</sup> acima de 2,0 microgramas de mercúrio grama de cabelo ( $\mu\text{g/g}$ ).

Nessa faixa, a notificação dos casos no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), já é obrigatória. A ação possibilita a produção de estatísticas oficiais que balizam as medidas a serem adotadas no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).

Além disso, em 10,8% das análises os níveis ficaram acima de 6,0  $\mu\text{g/g}$ . O estudo revelou, portanto, a necessidade de atenção especial com essa parcela específica da população e os pesquisadores apontam que os maiores níveis de exposição foram detectados em indígenas que vivem nas aldeias localizadas mais próximas dos garimpos ilegais (Brasil, 2022).

Figura 8 – Menina Yanomami debilitada em uma rede na comunidade Maimasi



Fonte: Centro de Documentação Indígena (2023)

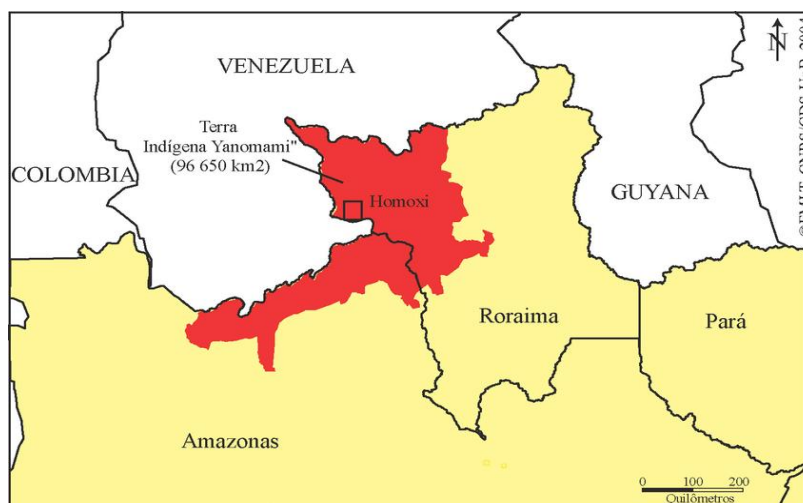
De acordo com a Figura 9, a terra Yanomami ocupa mais de 9 milhões de hectares e se estende pelos estados de Roraima e do Amazonas. É a maior reserva

---

<sup>9</sup> A presença do garimpo ilegal nesse território é um problema de décadas. O mercúrio é usado no processo de separação do ouro dos demais sedimentos. Trata-se de uma atividade clandestina, que busca driblar a fiscalização, geralmente não são adotados cuidados ambientais. O mercúrio acaba sendo despejado nos rios e entra na cadeia alimentar dos peixes e de outros animais. Além da contaminação, o avanço do garimpo ilegal tem sido relacionado a outros problemas de saúde enfrentados pelas populações Yanomami, tais como a desnutrição e o aumento de diferentes doenças, sobretudo a malária (Fiocruz, 2022).

indígena do país. Os resultados do Censo 2022, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), apontam que mais de 27 mil indígenas vivem nessa área.

Figura 9 – Mapa do território da população indígena Yanomami



Fonte: Research Gate (s.d.)<sup>10</sup>

Além da população indígena, os pesquisadores analisaram 47 exemplares de peixes, de 14 espécies diferentes. Todas as amostras também apresentaram contaminação por mercúrio e, segundo o relatório, a análise do risco atribuível ao consumo de pescado revelou que a ingestão diária de mercúrio excede em três vezes a dose de referência preconizada pela U.S. Environmental Protection Agency (USA, 1997).

A água, considerada sagrada por muitas etnias, está sendo envenenada, assim como os peixes, o solo, as plantas medicinais e o próprio corpo indígena. O impacto, além de ambiental ou sanitário, é ontológico, pois ameaça a existência e a continuidade de culturas milenares que sempre respeitaram a natureza como extensão de si mesmas.

No Brasil, observa-se um crescimento alarmante desse fenômeno, em que a natureza é explorada por várias indústrias e empresas, muitas vezes em detrimento das comunidades locais. Esse cenário é ainda mais evidente na Amazônia, que sofre com a invisibilidade de sua significativa população indígena.

Vistas como obstáculos ao desenvolvimento, essas comunidades são frequentemente marginalizadas e suas terras são exploradas para benefício de elites

<sup>10</sup> Disponível em: <https://images.app.goo.gl/4fYNBtdsWdYXQb556>. Acesso em: 15 jul. 2024.

coloniais. O racismo ambiental também se manifesta de forma clara nos impactos das grandes monoculturas e do desmatamento, que afetam desproporcionalmente comunidades tradicionais indígenas. Pouca atenção é dada às mudanças ambientais decorrentes de práticas agrícolas intensivas, como a redução da agrobiodiversidade e a ameaça à segurança alimentar (Souza, 2019).

No Brasil, observa-se que, à medida que a industrialização avança e os garimpos se expandem pelo território nacional, emerge um conjunto complexo de implicações ambientais, afetando grupos que, historicamente, mantiveram uma profunda interdependência com a natureza em seus modos de vida.

A preservação da fauna tem sido impactada pela exposição descontrolada dos recursos naturais, pela apropriação territorial e pelas transformações socioeconômicas que distorcem os vínculos entre os seres humanos e meio ambiente (Souza, 2019).

Conseqüentemente, houve perda da rica biodiversidade faunística e florística dos cerrados, utilizadas de modo tradicional na medicina natural, no artesanato e na alimentação. Destacam-se ainda impactos como a contaminação das águas por insumos químicos, intensificação de processos erosivos nas vertentes, assoreamento de córregos, rebaixamento do lençol freático e conseqüente morte de nascentes, essenciais ao fornecimento de água às famílias durante a estiagem (Diniz; Seidl; Tubaldini, 2013).

Todavia, esses riscos ambientais distribuem-se de forma inequitativa, caracterizando o racismo ambiental, no qual os povos mais vulneráveis, especialmente o povo indígena, são mais propensos a sofrerem os impactos causados por poluentes e práticas degradantes do meio ambiente.

De acordo com Alier (2018), essas populações enfrentam uma exposição desproporcional a toxinas e poluentes, refletindo uma associação perigosa que coloca em risco tanto a saúde quanto a harmonia da vida nessas áreas. Além disso, os índios encontram dificuldades no acesso a saneamento básico e água potável, o que agrava ainda mais as desigualdades ambientais que permeiam essas regiões (Santos, 2020).

A luta contra o racismo ambiental exige escuta ativa, reparação histórica e o fortalecimento da autonomia dos povos originários, inclusive com a demarcação efetiva de seus territórios e a responsabilização dos agentes poluidores. Não haverá justiça climática ou ambiental sem justiça para os povos indígenas.

Esse cenário não é fruto do acaso, mas resultado de escolhas políticas e econômicas que priorizam o lucro em detrimento da vida. A exclusão sistemática dos povos indígenas nos debates sobre políticas ambientais e agrárias representa uma forma de racismo institucionalizado. Mais do que proteger florestas e rios, é preciso proteger os guardiões ancestrais que sustentam esses ecossistemas há gerações.

## 2.2 RACISMO AMBIENTAL, SANEAMENTO BÁSICO E A SAÚDE NO BRASIL

O saneamento básico é um direito fundamental previsto na Constituição Federal de 1988 e regulamentado pela Lei nº 11.445/2007 (atualizada pelo novo Marco Legal do Saneamento, de 2020). Seu acesso no Brasil, no entanto, é profundamente desigual, refletindo o padrão histórico de exclusão racial, territorial e socioeconômica (Brasil, 1988; 2007; 2020).

O acesso ao saneamento básico no Brasil expressa, de forma contundente, as desigualdades estruturais presentes na formação social e territorial do país. Longe de se restringir a um problema técnico ou meramente de gestão pública, o saneamento – que abrange o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a coleta e destinação de resíduos sólidos e o manejo das águas pluviais – é um direito fundamental da população, cuja violação revela os contornos do racismo ambiental, da segregação territorial e da injustiça socioespacial.

A precariedade ou ausência desses serviços impacta diretamente a saúde pública, contribuindo para a proliferação de doenças infecciosas e parasitárias, como diarreia, hepatite A e leptospirose, que incidem com maior intensidade sobre populações de baixa renda, especialmente crianças negras residentes em periferias urbanas e territórios vulnerabilizados.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), cerca de 15% da população brasileira ainda não tem acesso à água tratada, e quase 45% vivem sem rede adequada de coleta de esgoto (Brasil, 2022). Esses dados, embora alarmantes, ainda subestimam a complexidade do problema.

Um estudo recente realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), baseado na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua), revela que, dentre os 74 milhões de domicílios brasileiros, quase 9 milhões não estão conectados à rede geral de água, 17 milhões recebem água de forma irregular ou insuficiente, 11 milhões não possuem reservatório domiciliar, 1

milhão não conta com banheiro e 22 milhões vivem sem coleta de esgoto. O levantamento indica que uma em cada duas moradias enfrenta algum tipo de privação nos serviços de saneamento, reiterando a centralidade dessa questão na agenda pública.

Entretanto, tais estatísticas, agregadas, tendem a ocultar o padrão racial e territorial dessas privações. As maiores carências estão concentradas em territórios historicamente marginalizados, como comunidades quilombolas, favelas, áreas ribeirinhas, assentamentos informais e territórios indígenas, nos quais predominam populações negras, pobres e periféricas. A ausência de infraestrutura básica nesses locais não é acidental, mas resultado de um modelo de desenvolvimento urbano excludente, que racializa o território e estabelece uma hierarquia de vidas consideradas dignas ou descartáveis.

Nesse sentido, o enfrentamento do racismo ambiental no campo do saneamento exige mais do que a ampliação da cobertura dos serviços: requer a adoção de políticas públicas interseccionais, antirracistas e ambientalmente justas. É imprescindível garantir o acesso, a qualidade, a permanência e a adequação socioterritorial dos serviços, com participação ativa das comunidades afetadas, respeitando seus modos de vida, saberes e formas de organização.

A negligência do Estado em assegurar o saneamento básico para todos contribui para a perpetuação das chamadas zonas de sacrifício – espaços nos quais a vida é sistematicamente desprotegida e exposta à degradação ambiental. Essa lógica está profundamente enraizada no racismo estrutural, que define quem pode usufruir da cidade, da saúde e da dignidade, e quem permanece à margem das políticas públicas.

Logo, superar o déficit de saneamento básico no Brasil exige muito mais do que obras de engenharia, pois demanda um reposicionamento ético e político que reconheça que a infraestrutura urbana também é expressão de poder. A universalização do saneamento, para ser efetiva e justa, deve se orientar por princípios de justiça ambiental, reparação histórica e ruptura com as lógicas coloniais que estruturam o espaço urbano. Nenhum território pode ser considerado indigno de cuidado, investimento e vida plena.

### 3 DISRUPTORES ENDÓCRINOS

“Os disruptores endócrinos representam uma ameaça insidiosa à saúde pública, exigindo uma união de esforços entre cientistas, ativistas e comunidades para enfrentar os desafios que eles impõem!” (Colborn, 1996).

Nos últimos anos, a ciência tem se aprofundado na complexa relação entre a contaminação ambiental e a saúde humana, revelando um cenário alarmante de interconexões. As pesquisas têm demonstrado que inúmeras patologias físicas, incluindo disfunções no sistema reprodutor, comprometimentos no sistema neurológico e transtornos mentais, podem ser atribuídas à exposição a substâncias químicas presentes no meio ambiente e em produtos industrializados.

Essas substâncias denominadas disruptores endócrinos (DE) possuem a capacidade de interferir na saúde e na integridade do organismo humano, afetando profundamente o desenvolvimento psicomotor de crianças, e estão associadas a condições como depressão e perda de memória, além de implicações na reprodução humana.

A temática dos disruptores endócrinos ganhou destaque nas últimas décadas e vem sendo abordada em diferentes aspectos por pesquisadores de vários campos das áreas do saber, tais como psicologia social, medicina, meio ambiente e agricultura. Trata-se de estudos que envolvem diferentes áreas da ciência e que têm sido considerados fundamentais para o esclarecimento dos novos paradigmas relacionados ao estilo de vida moderno.

Conhecer os riscos associados à exposição por centenas de novos compostos que ainda não estão contemplados nas legislações vigentes permite a antecipação de possíveis danos para as futuras gerações.

#### 3.1 DEFINIÇÕES

Disruptores endócrinos são substâncias ou compostos exógenos capazes de alterar uma ou mais funções do sistema endócrino, provocando, como consequência, efeitos adversos sobre a saúde de um organismo intacto, sua prole ou (sub)populações (COM, 1999, p. 706).

Em publicações científicas de língua inglesa, é comum o uso do termo “endocrine disruptors”; contudo, no Brasil, diversas nomenclaturas são empregadas para se referir a esses compostos, entre elas, “desreguladores endócrinos”, “disruptores endócrinos” e “interferentes endócrinos” (Waissmann, 2002).

Nesta pesquisa, adota-se o termo “disruptor endócrino” por ser amplamente utilizado na literatura científica internacional e por ter sido o vocábulo escolhido pelo Programa Internacional de Segurança Química (IPCS), em cooperação com o Japão, os Estados Unidos, o Canadá, a Comissão das Comunidades Europeias e a União Europeia.

É essencial compreender que os disruptores endócrinos não são definidos por sua composição química, mas pelos efeitos biológicos que provocam. Devido à sua alta estabilidade, essas substâncias podem persistir no ambiente por longos períodos, permanecendo biologicamente ativas mesmo em concentrações extremamente baixas (Dhooge *et al.*, 2011; Den *et al.*, 2002). Além disso, seus efeitos podem ser potencializados ao longo da cadeia alimentar por meio do processo de biomagnificação (Peres, 2011, p. 7).

### 3.2 MECANISMO DE AÇÃO DOS DISRUPTORES ENDÓCRINOS

Os disruptores endócrinos são substâncias químicas capazes de interferir no funcionamento normal do sistema endócrino, atuando em concentrações extremamente baixas e mimetizando, bloqueando ou alterando a produção, o transporte, o metabolismo e a eliminação de hormônios naturais.

Figura 10 – Mecanismos de ação dos disruptores endócrinos



Fonte: Adaptado de NIEHS (2020)

Uma das principais características físico-químicas que conferem alta persistência e bioacumulação a muitos desses compostos é a lipofilicidade, ou seja, a

afinidade por ambientes gordurosos ou pela matriz lipídica dos organismos. Essa capacidade facilita sua absorção por tecidos ricos em lipídios, como o tecido adiposo, o fígado e o cérebro. Essa característica também está associada à baixa solubilidade em água, o que contribui para a sua persistência tanto no ambiente quanto no organismo humano.

A característica lipofílica desses compostos leva à bioacumulação nos organismos e à biomagnificação na cadeia alimentar. Além disso, em momentos de mobilização de gordura corporal, como gravidez, lactação ou perda de peso rápida, os DE armazenados podem ser liberados na circulação, atingindo órgãos sensíveis, como o cérebro ou o sistema endócrino reprodutivo (Casals-Casas; Desvergne, 2011).

### 3.3 BREVE HISTÓRICO DOS DISRUPTORES ENDÓCRINOS

A hipótese de que substâncias químicas presentes no meio ambiente podem causar uma resposta biológica nos organismos expostos não é recente. Pesquisas pioneiras conduzidas entre as décadas de 1920 e 1930 já identificavam os efeitos de substâncias estrogênicas sobre o sistema endócrino de animais de laboratório (Allen; Doisy, 1938). Contudo, de acordo com o U.S. Environmental Protection Agency (USA, 1997), o interesse científico sobre os chamados disruptores endócrinos ganhou maior relevância nas últimas décadas, impulsionado pelo aumento de anomalias reprodutivas e de desenvolvimento observadas em seres humanos e outras espécies animais, muitas vezes associadas à exposição a essas substâncias.

Um dos casos mais emblemáticos de desregulador endócrino é o Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT) e seus subprodutos, amplamente utilizados como pesticidas nas décadas de 1950 e 1960, e que ainda permanecem em uso em alguns países. Estudos demonstram que o DDT é altamente persistente no ambiente, possui atividade estrogênica e é capaz de afetar o sistema reprodutivo de mamíferos e aves (USA, 1997). Um exemplo notório são as anomalias reprodutivas documentadas em crocodilos expostos ao DDT em lagos contaminados na Flórida (Guillette, 1996).

A relação entre pesticidas e declínio de populações animais foi amplamente discutida por Rachel Carson em seu livro “Primavera Silenciosa”, de 1962, uma obra precursora na denúncia dos impactos do DDT sobre a vida silvestre (Safe, 2000). Posteriormente, Colborn *et al.* (1993) publicaram uma revisão sobre alterações reprodutivas e comportamentais em aves e peixes, especialmente em regiões como

os Grandes Lagos, nos Estados Unidos, associadas à exposição a compostos industriais como dioxinas e bifenilas policloradas, além de pesticidas como o próprio DDT.

Vale ressaltar que esses autores também chamaram a atenção para os efeitos do medicamento dietilestilbestrol (DES) sobre filhas de mulheres expostas durante a gestação, utilizando-o como modelo para compreender os efeitos dos estrogênios ambientais.

Em 1996, Colborn, Dumanoski e Myers (2002) lançaram o livro “Our Stolen Future”, no qual relatam os riscos que substâncias químicas presentes no ambiente representam para o sistema endócrino de humanos e animais. A obra apresenta uma análise crítica dos efeitos que compostos sintéticos podem provocar mesmo em concentrações extremamente baixas, com destaque para suas consequências sobre o sistema reprodutivo.

Nas últimas duas décadas, esse tema tem atraído crescente atenção da comunidade científica, de setores governamentais e da mídia, diante da preocupação com os potenciais efeitos adversos da exposição crônica a essas substâncias. Organizações internacionais como a União Europeia (UE), a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), a Organização Mundial da Saúde (OMS), o Programa Internacional de Segurança Química (IPCS) e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) têm atuado no sentido de investigar, classificar e regulamentar os desreguladores endócrinos.

A partir de levantamentos na literatura científica, foram elaboradas listas com substâncias suspeitas de atuar como desreguladores endócrinos (Birkett; Lester, 2003). Segundo Keith (1997), mais de 67 grupos de compostos sintéticos já haviam sido identificados há mais de uma década, muitos dos quais mimetizam a ação dos estrógenos. Embora existam hormônios vegetais com ação semelhante – os fitoestrógenos, como os encontrados na soja, estes são rapidamente metabolizados e eliminados pelo organismo, ao contrário dos compostos sintéticos, que tendem a se acumular no tecido adiposo e a persistir no ambiente (Swan, 2008).

Em 2001, a Comissão Europeia iniciou um esforço sistemático de priorização dessas substâncias, resultando em dois estudos. O primeiro avaliou 12 compostos, entre eles nove sintéticos e três estrogênios naturais, selecionados a partir de uma lista de 118 substâncias identificadas em 2000 como potenciais desreguladores endócrinos, que ainda não possuíam restrições de uso na UE (European Commission,

2002). O segundo estudo, por sua vez, avaliou 435 substâncias para as quais os dados disponíveis eram insuficientes. Tais substâncias foram então agrupadas com base em critérios como volume de produção, persistência ambiental, evidências científicas de desregulação endócrina e grau de exposição humana e ambiental.

Apesar dos avanços, ainda há lacunas significativas de conhecimento sobre os critérios utilizados para a classificação desses compostos. Para aprofundar as investigações, a União Europeia deu início, em 2002, à elaboração de um plano de ação com base na *List of Actions* (European Commission, 2002), que culminou em uma revisão publicada em 2015, no periódico *Endocrine Reviews* (2015), com atualizações sobre a priorização e a classificação dessas substâncias.

### **3.3.1 Os doze principais disruptores endócrinos mencionados na lista dos estudos globais**

As 12 substâncias prioritárias designadas como disruptores endócrinos, especialmente no contexto de estudos da União Europeia e outras organizações globais, são frequentemente mencionadas em pesquisas devido ao seu impacto potencial na saúde.

De acordo com a *Endocrine Reviews* (2015), a lista dessas substâncias pode variar ligeiramente dependendo da fonte e do critério utilizado, mas geralmente inclui:

- i. **Bisfenol A (BPA):** utilizado em plásticos e resinas, amplamente estudado pelos seus efeitos no desenvolvimento e no sistema nervoso.
- ii. **Dietilestilbestrol (DES):** um estrogênio sintético que foi empregado em medicamentos e é conhecido por seus efeitos adversos na saúde reprodutiva e desenvolvimento neurológico.
- iii. **Ftalatos (DEHP, DBP, BBP):** presentes em plásticos flexíveis, cosméticos e produtos de consumo, os ftalatos são associados a distúrbios hormonais e neurológicos.
- iv. **Policlorobifenilos (PCB):** químicos industriais usados em lubrificantes e isolantes elétricos, reconhecidos por seus efeitos duradouros no sistema endócrino e nervoso.
- v. **Dioxinas:** Subprodutos industriais altamente tóxicos que podem causar disfunções hormonais e efeitos adversos na saúde mental.

- vi. **Perfluoroalquil e Polifluoroalquil Substâncias (PFOAS):** Usadas em produtos antiaderentes e resistentes à água, essas substâncias estão ligadas a distúrbios endócrinos e neurológicos.
- vii. **Pesticidas organofosforados (como clorpirifós):** Amplamente utilizados na agricultura, esses pesticidas são neurotóxicos e interferem no sistema hormonal.
- viii. **Conservantes** usados em cosméticos e produtos de cuidado pessoal, conhecidos por mimetizarem o estrogênio e perturbarem o sistema endócrino.
- ix. **Triclosan:** agente antibacteriano encontrado em sabonetes e pastas de dentes, ligado a distúrbios hormonais e possíveis efeitos neuropsicológicos.
- x. **Alquilfenóis (como o Nonilfenol):** utilizados em detergentes e produtos de limpeza, conhecidos por seus efeitos disruptivos no sistema endócrino.
- xi. **Polibromodifenil éteres (PBDE):** Retardantes de chama usados em móveis e eletrônicos, que podem afetar a função hormonal e o desenvolvimento neurológico.
- xii. **Atrazina:** herbicida amplamente utilizado que interfere com o equilíbrio hormonal e tem sido associado a efeitos adversos no desenvolvimento neurológico.

Atualmente, os resultados de pesquisas que investigam a interferência de fatores ambientais no sistema endócrino têm gerado importantes mobilizações institucionais. Em 2009, a Sociedade de Endocrinologia dos Estados Unidos publicou um relatório de posicionamento oficial alertando sobre os riscos à saúde associados à exposição aos disruptores endócrinos (The Endocrine Society, 2009).

A partir desse documento, foram desenvolvidas campanhas de conscientização voltadas aos profissionais da saúde, especialmente endocrinologistas, além de iniciativas legislativas em parceria com organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU), com o objetivo de regular o uso dessas substâncias.

Entre as estratégias de prevenção, destaca-se a criação de um sistema informativo sobre produtos que contêm substâncias potencialmente tóxicas e cancerígenas, incluindo os disruptores endócrinos. Esse sistema está disponível em formato de aplicativo para dispositivos móveis, permitindo que consumidores identifiquem facilmente produtos com ingredientes suspeitos. O Anexo 3 deste

trabalho apresenta alguns exemplos desses produtos, cujas informações podem ser acessadas pelo aplicativo Clearya.

Além das iniciativas institucionais, a mídia e a literatura também desempenham papel relevante na sensibilização da população. O documentário “Agressão ao Homem”, produzido pela BBC de Londres, exhibe investigações baseadas no conteúdo do livro “O Futuro Roubado” (Colborn; Dumanoski; Myers, 2002), obra fundamental para a compreensão dos impactos dos disruptores endócrinos sobre a saúde humana e ambiental. Também merece destaque o livro “Plásticos, Detergentes e Desequilíbrio Hormonal – um grito de alerta”, de Borges e Hillebrand (2007), voltado à divulgação científica e ao alerta sobre os perigos dessas substâncias.

Todavia, um fator preocupante diz respeito à América do Sul, onde se observa uma significativa escassez de pesquisas sobre o tema, além da ausência de regulamentações específicas e de políticas públicas preventivas voltadas à proteção da população.

Um aspecto crítico a ser considerado, segundo Multigner e Oliva (2002, p. 408), é que o tempo de exposição contínua a essas substâncias representa um risco ainda maior do que a exposição aguda a doses elevadas, o que reforça a necessidade de ações preventivas e de vigilância contínua, mesmo diante de concentrações aparentemente baixas.

Ao longo do tempo nosso organismo foi exposto e se adaptou a disruptores endócrinos naturais presentes em alimentos de origem vegetal como frutas (maçãs, cerejas, ameixas), vegetais (batatas, cenouras, ervilhas), leguminosas (soja, feijão), temperos (salsa, alho) e grãos (trigo, aveia, centeio, cevada). Esses fitoestrógenos naturais não se acumulam no organismo e são excretados de forma eficiente. Diferentemente dos compostos sintéticos, que mimetizam hormônios naturais, se acumulam em tecidos gordurosos e interferem diretamente na sinalização endócrina (Colborn, 2002).

Alguns exemplos relevantes incluem:

- **Bisfenol A (BPA):** utilizado em plásticos policarbonatos e resinas epóxi. Embora menos persistente que outros DEs, o BPA possui afinidade por lipídios e pode se acumular temporariamente em tecidos adiposos (Gore et al., 2015).
- **Ftalatos:** como o DEHP (di-2-etilhexilftalato), presentes em PVC e diversos produtos plásticos. São lipofílicos e associados a alterações hormonais e disfunções reprodutivas (Kabir; Rahman; Rahman, 2015).

- **PCBs (Bifenilos Policlorados):** extremamente persistentes e lipofílicos, foram amplamente usados como isolantes elétricos e ainda são encontrados no meio ambiente. Estão associados a efeitos neurotóxicos e desregulação hormonal (Diamanti-Kandarakis *et al.*, 2009).
- **DDT (diclorodifeniltricloroetano):** inseticida organoclorado banido em muitos países, é altamente lipofílico e pode permanecer nos tecidos adiposos por décadas (WHO, 2002).

Muitos desses compostos são capazes de atravessar a barreira placentária, atingindo o feto durante a gestação. Segundo Bowler e Cone (2001), o chumbo, por exemplo, é transplacentário. Alguns DE também são detectados no leite materno, transferindo-se ao bebê por meio da amamentação, principalmente devido à alta concentração lipídica do leite e ao efeito da biomagnificação (Matuo, 1990).

Os efeitos desses compostos variam amplamente. Alguns metais pesados, por exemplo, interferem no funcionamento enzimático ao substituírem hormônios naturais ou ao se ligarem a grupos funcionais específicos das enzimas. O cádmio liga-se ao grupo sulfidril (-SH), inibindo a atividade enzimática; o chumbo compromete a síntese de heme ao inibir a enzima ALAD (ácido δ-aminolevulínico desidratase), o que pode causar anemia; o arsênico interfere na produção de ATP ao formar complexos inibitórios com enzimas; o mercúrio também interage com grupos sulfidril, afetando proteínas, hemoglobina e soroalbumina (Patnaik, 2002; Ferreira, 2003).

Um caso emblemático foi o desastre de Minamata, no Japão, causado pela contaminação por metilmercúrio. Mulheres grávidas que consumiram peixes e crustáceos contaminados transmitiram a substância a seus fetos, que desenvolveram paralisia cerebral e lesões irreversíveis no sistema nervoso central (Azevedo, 2003).

Estudos revelam que a exposição pré-natal a DE pode afetar significativamente o desenvolvimento reprodutivo. Em áreas onde o pesticida Endosulfan foi amplamente utilizado, observou-se em meninos alta incidência de criptorquidia, hipospadia e desenvolvimento genital inadequado, alterações ligadas à ação intrauterina desses compostos (NIEHS, 2010; Santamarta, 2001).

O uso excessivo e desregulado de pesticidas expõe especialmente trabalhadores rurais a graves riscos à saúde. Koifman e Meyer (2002) identificaram correlação entre a exposição a pesticidas e o aumento de casos de infertilidade, câncer de testículo, mama, próstata e ovário em algumas regiões brasileiras.

Na Região Metropolitana da Baixada Santista, a situação é alarmante. Pesquisas indicam a presença de pesticidas organoclorados como HCB, HCH e DDT no sangue de moradores da região de Pilões, em Cubatão, área impactada por décadas de descarte inadequado de resíduos químicos (SANTOS Filho, 2003).

Outro levantamento realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) sobre a poluição no estuário de Santos-Cubatão identificou uma gama de DE e metais pesados contaminando rios, estuário e solos, como Endosulfan, HCB, HCH, chumbo, cádmio, mercúrio, dioxinas, PCBs e furanos (FREITAS Guimarães, 2005; São Paulo, 2001). Essas substâncias estão presentes em ambientes de cultivo e pesca, impactando diretamente populações vulneráveis que consomem alimentos dessas áreas.

Moradores e trabalhadores expostos diretamente, seja por inalação, contato dérmico ou ingestão, estão particularmente vulneráveis. Em 2004, vistorias no antigo Lixão da Alemoa, às margens do estuário de Santos, flagraram crianças nadando em águas contaminadas, alheias à gravidade da poluição local (FREITAS Guimarães, 2005; ONG critica..., 2004).

## 4 EFEITOS ADVERSOS DOS DISRUPTORES ENDÓCRINOS NA SAÚDE MENTAL

“Entre o corpo e o ambiente há pontes feitas de ar, água e escolhas. Quando o ambiente adoce, a mente sente, mesmo que em sussurros” (Tolloto, 2024).

Este capítulo aborda os impactos dos disruptores endócrinos sobre a saúde mental, com ênfase em seus efeitos transgeracionais. Nas últimas décadas, tem-se intensificado o interesse da comunidade científica pelos vínculos entre a exposição a essas substâncias químicas e o desenvolvimento de transtornos psiquiátricos, como depressão e ansiedade.

Presentes em inúmeros produtos do cotidiano, os DE interferem nos sistemas hormonais e neurotransmissores, afetando os mecanismos de regulação emocional e cognitiva. O presente capítulo, portanto, examina as evidências epidemiológicas que associam a exposição a DE ao aumento da incidência de transtornos mentais em adultos e crianças, ressaltando a urgência de políticas públicas voltadas à prevenção e mitigação desses efeitos, especialmente em populações vulneráveis.

### 4.1 EFEITOS NEUROTÓXICOS

Paralelamente à ampliação da literatura sobre os efeitos comportamentais provocados pela exposição a disruptores endócrinos, diversos estudos vêm destacando a vulnerabilidade do cérebro a essas substâncias (OMS, 2014). Alguns DE possuem propriedades neurotóxicas comprovadas, capazes de interferir diretamente no funcionamento do sistema nervoso central, levando ao aparecimento de sintomas como ansiedade, depressão, déficit de atenção e hiperatividade.

Entre as substâncias com potencial de afetar o sistema neuroendócrino estão os compostos sintéticos, como alquilfenóis, pesticidas, ftalatos, bifenilas policloradas (PCB), bisfenol A (BPA) e fármacos; e compostos naturais, como estrogênios naturais e fitoestrogênios (Azevedo; Chasin, 2003; Rebolledo-Solleiro *et al.*, 2021).

O bisfenol A, presente em plásticos industriais, é apontado por Brown Jr. (2009) como responsável por alterações no sistema nervoso central semelhantes às observadas em casos de esquizofrenia. O autor descreve interferências no processo

de diferenciação, migração e apoptose de células neurais, incluindo aumento da proliferação e da migração de células-tronco neurais – alterações compatíveis com quadros esquizofrênicos relacionados à exposição ao BPA.

Tripodianakis *et al.* (2006) reforçam esses achados, indicando que o BPA é capaz de interferir nos níveis do hormônio luteinizante (LH) e da testosterona (T), alteração também observada em pacientes com esquizofrenia. Em estudos com homens que cometeram suicídio, os níveis de testosterona estavam significativamente reduzidos, enquanto os de LH se encontravam elevados.

Não obstante às dificuldades inerentes à investigação multidisciplinar sobre a relação entre disruptores endócrinos e transtornos mentais, e considerando a complexidade dos mecanismos envolvidos e a escassez de debate público, o aumento de evidências empíricas tem tornado essa questão uma demanda urgente de saúde pública.

Estudos disponíveis em plataformas científicas vêm consolidando a associação entre a exposição a DE e o diagnóstico clínico de depressão e outros transtornos mentais, especialmente em regiões marcadas por injustiças socioambientais, como o racismo ambiental (Varricchio, 2001; 2010; 2021; 2021a).

Um exemplo emblemático é o glifosato, herbicida amplamente utilizado no mundo, que pode permanecer no ambiente por longos períodos. Revisões sistemáticas recentes demonstram que sua exposição, mesmo em doses inferiores às consideradas seguras por agências reguladoras, causa efeitos neurotóxicos em diversas espécies, inclusive humanos (Costas-Ferreira, 2022). Entre os danos estão a desregulação da neurogênese, interferências na mielinização, neuroinflamação, estresse oxidativo, disfunção mitocondrial e morte neuronal por necrose, apoptose ou autofagia, resultando em comprometimentos cognitivos e motores.

Outros pesticidas, como o DDT, também foram relacionados a doenças neurodegenerativas, como a Doença de Parkinson, além de sintomas depressivos (Rajgopal, 2006). Um estudo longitudinal conduzido por Cohn *et al.* (2017) examinou a exposição ao DDT durante a gestação e sua associação com o desenvolvimento de transtornos neuropsiquiátricos, como depressão e ansiedade.

Rudel e Perovich (2009) analisaram o impacto de DE dispersos no ar, como os usados em pulverizações agrícolas, sobre a saúde mental, sugerindo que essas substâncias não apenas favorecem quadros de depressão e ansiedade, como também alteram a neuroplasticidade e aceleram o envelhecimento cerebral.

Crianças são especialmente vulneráveis à ação dos disruptores endócrinos, por estarem em fase de desenvolvimento físico e neurológico. Além de apresentarem maior exposição relativa, por fatores como ingestão de leite contaminado, contato frequente com o solo e objetos, maior proporção entre área de pele e peso corporal, elas têm menor capacidade de evitar riscos e viverão por mais tempo com os efeitos acumulados da exposição (Schug *et al.*, 2011; Cohn, 2017). A sensibilidade aos hormônios e aos disruptores endócrinos está presente em todas as fases da vida, mas é particularmente crítica nos períodos iniciais de desenvolvimento.

Em 2013, a Conferência Internacional sobre Ambiente e Saúde Infantil emitiu a Declaração de Jerusalém, destacando a necessidade urgente de proteger as crianças contra riscos ambientais. Pesquisas mostram que a exposição precoce a poluentes como PCB e PBDE está associada a déficits cognitivos e comportamentais significativos (Cohn, 2017). Atualmente, nos EUA, uma em cada seis crianças é diagnosticada com pelo menos um transtorno neuropsiquiátrico (Sinan, 2016).

Casais-Casas e Desverone (2011) oferecem uma síntese abrangente dos efeitos dos DE sobre múltiplos sistemas, com foco no sistema nervoso. Revisões como as de Gore *et al.* (2015) e Swan (2008) ressaltam o papel de substâncias lipofílicas, que se acumulam no tecido adiposo, na indução de distúrbios neurológicos. Schug *et al.* (2011) também revisam o impacto dos disruptores endócrinos sobre o desenvolvimento neurológico, reforçando o risco representado pelas substâncias lipossolúveis.

Neves (1999) demonstrou que os PBDE, usados como retardantes de chama em móveis e eletrônicos, estão associados à redução do QI e a outros déficits cognitivos, além de interferirem na organização sináptica e na atividade dos neurotransmissores, afetando não só o desenvolvimento cerebral, mas também o envelhecimento.

Substâncias como PBDE, compostos perfluorados e pesticidas organofosforados (como o clorpirifós) e organoclorados têm sido relacionadas a transtornos como TDAH, TEA e dificuldades de aprendizagem, embora as evidências ainda sejam inconsistentes (CDC, 2010; Lyall *et al.*, 2017).

Ademais, estudos indicam que a ativação imunológica materna pode estar associada a maior risco de transtornos do neurodesenvolvimento. A exposição pré-natal à poluição atmosférica, que contém metais pesados e compostos orgânicos

tóxicos, pode alterar a resposta inflamatória da gestante, impactando o desenvolvimento fetal (Volke *et al.*, 2020).

Três eixos principais sustentam essa correlação:

- **Poluição do ar e metais pesados:** a exposição a material particulado (PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>), metais como cádmio e chumbo, e HPA pode induzir alterações nas citocinas inflamatórias maternas, como IL-6 e TNF- $\alpha$ , aumentando o risco de TEA e esquizofrenia (Soto, 2017).
- **Disruptores endócrinos e sistema imune:** compostos como dioxinas e ftalatos, presentes na poluição atmosférica, interferem simultaneamente nos sistemas endócrino e imunológico, potencializando os efeitos inflamatórios durante a gestação (Zager, 2013).
- **Janelas de susceptibilidade:** o primeiro trimestre da gestação é crítico para a neurogênese, enquanto o terceiro é essencial para a mielinização. A exposição a poluentes nesses períodos pode impactar de forma significativa o neurodesenvolvimento (MEDPUC-Rio, 2022).

Por fim, ao considerarmos que muitos aditivos alimentares, como conservantes e corantes, também atuam como DE, é possível estabelecer um paralelo entre poluentes inalados e substâncias ingeridas. Ambos podem ativar respostas inflamatórias durante a gestação, interferindo na formação cerebral do feto e aumentando o risco de distúrbios neurológicos e psiquiátricos.

## 4.2 TRANSTORNO DO ESPECTRO DO AUTISMO (TEA)

O Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) é um distúrbio do neurodesenvolvimento caracterizado por dificuldades persistentes na comunicação e interação social, além de comportamentos restritos e repetitivos. Sua etiologia é complexa, resultante de fatores genéticos e ambientais interdependentes. Recentemente, os disruptores endócrinos vêm sendo estudados como possíveis influenciadores ambientais no desenvolvimento neurológico, dado seu potencial de interferir na sinalização hormonal, especialmente durante períodos críticos como a gestação e a primeira infância (Landrigan, 2012).

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2024) estima que, globalmente, o TEA afeta cerca de uma em cada 100 crianças. Nos Estados Unidos, esse número é ainda

mais elevado: aproximadamente uma em cada 36 crianças são diagnosticadas com a condição, segundo o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC, 2024).

Nesse contexto, destaca-se o estudo Childhood Autism Risks from Genetics and Environment (CHARGE), iniciado em 2006 e ainda em curso. Trata-se de uma investigação pioneira e abrangente que analisa fatores genéticos e ambientais associados ao autismo e outros transtornos do desenvolvimento. O estudo envolve uma amostra populacional extensa, avaliações diagnósticas padronizadas, exames médicos e neurológicos, além da coleta de dados sobre exposições ambientais desde o período pré-concepcional até a infância precoce.

Seu diferencial é a ênfase nos fatores ambientais e o uso de biomarcadores para investigar exposições a xenobióticos, imunorregulação e expressão gênica. A diversidade étnica da amostra e a colaboração com outras iniciativas epidemiológicas, como o projeto CADDRE, ampliam a relevância e o alcance dos resultados (Hertz-Picciotto *et al.*, 2006).

Outro levantamento relevante é o Early Markers of Autism (EMA), que trouxe importantes achados sobre biomarcadores associados ao TEA. A pesquisa identificou níveis elevados de citocinas e quimiocinas em amostras de soro materno coletadas no meio da gestação, associados ao risco aumentado do transtorno. Também foram analisadas influências genéticas maternas e fetais nas exposições químicas e nos níveis de vitamina D e mercúrio. Todavia, não foi encontrada associação significativa entre TEA e os níveis maternos e neonatais de vitamina D ou fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) (Lyall *et al.*, 2021).

A literatura científica tem destacado a especial vulnerabilidade do cérebro em desenvolvimento à ação dos DE, e a exposição gestacional a essas substâncias pode alterar processos neurobiológicos e aumentar o risco de transtornos do neurodesenvolvimento, como o TEA (Schug *et al.*, 2011; OMS, 2014). Entre os compostos estudados, os ftalatos se destacam. Utilizados para conferir flexibilidade a plásticos e presentes em fragrâncias e cosméticos, eles podem interferir na função hormonal, modular a expressão gênica, e alterar a plasticidade sináptica, o que está associado à redução do QI, distúrbios de comportamento e atrasos motores em crianças (Braun *et al.*, 2013).

Vale destacar que a pesquisa sobre os efeitos dos disruptores endócrinos na saúde mental está em expansão e ainda são necessários estudos longitudinais e laboratoriais para confirmar mecanismos causais. As evidências já existentes, no

entanto, reforçam a necessidade de limitar a exposição a esses compostos, visando proteger a saúde física e mental das populações.

A relação entre os disruptores endócrinos e o risco de TEA está cada vez mais presente nas investigações atuais, considerando sua capacidade de interferência na homeostase hormonal e sua afinidade por tecidos lipídicos, como o cérebro. Como os hormônios sexuais são essenciais para o desenvolvimento cerebral e a diferenciação sexual, a exposição intrauterina a DE em fases críticas pode provocar efeitos neurológicos duradouros. Além disso, a lipofilicidade desses compostos favorece sua bioacumulação e biomagnificação.

Durante fases de mobilização de gordura corporal, como a gestação, lactação ou emagrecimento rápido, essas substâncias podem ser redistribuídas no organismo, atingindo órgãos sensíveis, incluindo o sistema nervoso central (Casals-Casas; Desvergne, 2011).

#### 4.3 DISRUPTORES ENDÓCRINOS E O TRANSTORNO DO DÉFICIT DE ATENÇÃO E HIPERATIVIDADE (TDAH)

O Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é uma condição neuropsiquiátrica caracterizada por padrões persistentes de desatenção, hiperatividade e impulsividade, que comprometem o funcionamento social, acadêmico e comportamental. Trata-se de um dos transtornos mais comuns diagnosticados na infância e adolescência, afetando aproximadamente entre 5% e 7% das crianças em idade escolar no mundo, prevalência semelhante à observada no Brasil (CDC, 2024).

Embora a etiologia do TDAH ainda não esteja completamente esclarecida, estudos apontam para uma interação complexa entre fatores genéticos e ambientais. Entre os fatores ambientais, a exposição pré-natal e na infância a compostos químicos como os disruptores endócrinos tem sido investigada por seu potencial impacto no desenvolvimento neurológico. Tais substâncias podem interferir no sistema endócrino e afetar a regulação de neurotransmissores essenciais para o controle da atenção, da memória e do comportamento impulsivo (Landrigan; Goldman, 2011).

Pesquisas recentes indicam que os DE, ao mimetizarem ou bloquearem hormônios naturais, podem alterar circuitos cerebrais em formação, com implicações para transtornos do neurodesenvolvimento como o TDAH. Essa interferência pode ocorrer durante períodos críticos, como a gestação e os primeiros anos de vida,

quando o cérebro está em intenso processo de diferenciação e maturação (Schug *et al.*, 2011).

A exposição a substâncias como ftalatos e bifenilos policlorados (PCB), por exemplo, tem sido associada a alterações em regiões cerebrais responsáveis pela autorregulação e pelo controle da atenção, sugerindo uma possível via para o surgimento de sintomas compatíveis com o TDAH (Braun *et al.*, 2011; Demeneix, 2014).

Por fim, é importante destacar que a relação entre os disruptores endócrinos e o TDAH é multifatorial e ainda está sendo investigada. A literatura científica tem reforçado a necessidade de aprofundar as análises sobre os efeitos dessas substâncias químicas no cérebro em desenvolvimento, considerando também a suscetibilidade genética individual e os contextos ambientais nos quais a criança está inserida.

#### 4.3.1 Principais disruptores endócrinos relacionados ao TDAH

Entre os principais disruptores endócrinos associados ao TDAH estão os ftalatos, o bisfenol A (BPA) e os pesticidas organofosforados.

Os **ftalatos** são substâncias capazes de interferir no desenvolvimento fetal e na maturação e conectividade neural, podendo modular a função de neurotransmissores e, conseqüentemente, influenciar a sinalização química no cérebro. Essa interferência pode estar relacionada ao surgimento de sintomas característicos do TDAH (Braun; Sathyanarayana; Hauser, 2013).

O **bisfenol A (BPA)**, amplamente utilizado em produtos de consumo e industriais, também tem sido vinculado a sintomas de desatenção e hiperatividade em crianças expostas durante a gestação e infância (Vanderberg, 2007). Trata-se de um disruptor endócrino que se liga a receptores de estrogênio, perturbando diversas funções neurológicas, o que o torna motivo de preocupação crescente em saúde pública (Costa; Cairrão, 2024).

Embriões, fetos e lactentes são especialmente vulneráveis aos efeitos do BPA devido à imaturidade dos sistemas de eliminação, o que justifica, em diversos países, restrições ao seu uso em embalagens de alimentos infantis (Desai *et al.*, 2018). O BPA atravessa facilmente as barreiras hematoplacentária e hematoencefálica, além

de ser excretado pelo leite materno, o que prolonga sua exposição durante o desenvolvimento (Baccarelli; Bollati, 2009).

Segundo Mustieles e Fernández (2020) e Vandenberg et al. (2012), ainda que estudos sobre exposição pré-natal ao BPA sejam comuns, as evidências disponíveis não são conclusivas quanto a uma correlação dose-resposta ou à determinação de um período de maior vulnerabilidade, como os trimestres gestacionais. Uma revisão recente concluiu que a associação entre BPA e TDAH permanece inconclusiva devido à baixa qualidade metodológica dos estudos analisados (Zoppé *et al.*, 2022).

Ademais, pesticidas organofosforados, amplamente utilizados na agricultura e em ambientes domésticos, têm sido associados a riscos aumentados de TDAH em crianças expostas durante o desenvolvimento fetal ou nos primeiros anos de vida. Braun (2013) afirma que esses compostos afetam áreas cerebrais envolvidas na atenção e no comportamento, principalmente quando a exposição ocorre em períodos críticos do neurodesenvolvimento.

Destaca-se que os efeitos dos disruptores endócrinos sobre o desenvolvimento cerebral podem variar conforme a idade da exposição, visto que muitas funções dependentes de hormônios se desenvolvem da infância à adolescência (Fudvoye *et al.*, 2014), além de envolverem processos neuroimunológicos relevantes (Estes; McAllister, 2016).

A maioria das pesquisas está concentrada em crianças entre 6 e 8 anos, faixa etária mais acessível para avaliação neuropsicológica, embora estudos com crianças menores sejam importantes para detecção precoce (Oegema *et al.*, 2020; Zubler *et al.*, 2022).

Apesar de promissores, para Skarha *et al.* (2020) e Wang *et al.* (2024), estudos sobre exposição paterna pré-natal ao BPA ainda são limitados e, até o momento, não demonstram evidências significativas. Essa abordagem emergente, no entanto, tem sido apontada como relevante para futuras investigações (Leader *et al.*, 2023).

Complementarmente, ressalta-se que poucas pesquisas diferenciam os efeitos da exposição em trimestres gestacionais específicos, o que poderia gerar resultados mais precisos (Oskar *et al.*, 2024).

Diante dessas evidências, a redução da exposição a DE configura-se como uma estratégia relevante na prevenção e manejo do TDAH e de outros transtornos do neurodesenvolvimento. Medidas regulatórias, campanhas educativas e práticas

industriais e agrícolas mais seguras são fundamentais para mitigar os riscos associados à exposição química ambiental.

Embora ainda haja lacunas a serem preenchidas, as evidências atuais apontam para um papel significativo dos disruptores endócrinos no desenvolvimento e manifestação do TDAH. Assim, sua identificação e regulação devem ser priorizadas como forma de promover a saúde mental de crianças e adolescentes.

## 5 DISRUPTORES ENDÓCRINOS E SEUS EFEITOS NA SAÚDE E NA REPRODUÇÃO

A análise dos artigos não revela apenas dados, revela ausências. Cada substância quantificada é também uma história não contada, uma geografia de dor, uma política do corpo. A ciência, neste trabalho, assume o papel não apenas de medir, mas de escutar. (Tolloto, 2024)

Este capítulo propõe um mergulho histórico e científico na trajetória que levou à identificação e ao reconhecimento dos riscos associados aos disruptores endócrinos. Desde os primeiros alertas de cientistas e ativistas ambientais até os esforços contemporâneos de comunidades científicas e instituições reguladoras, consolidou-se um corpo robusto de evidências sobre os impactos dessas substâncias na saúde humana.

Vivemos em um ambiente impregnado por substâncias que, de maneira sutil, mas significativa, interferem em nosso sistema hormonal, afetando diretamente a homeostase e os processos fisiológicos essenciais ao equilíbrio orgânico. Esses compostos, presentes em inúmeros produtos de uso cotidiano, afetam diversos sistemas biológicos, com especial destaque para o sistema endócrino reprodutivo.

A investigação científica sobre os efeitos dos DE ganhou fôlego nas últimas décadas, sendo marcada por estudos reveladores que associam a exposição a essas substâncias a alterações no desenvolvimento e na função reprodutiva de homens e mulheres, além de efeitos transgeracionais observados em animais de laboratório e populações humanas expostas.

Entre os marcos importantes nessa trajetória destaca-se o relatório do Comitê Científico de Toxicidade, Ecotoxicidade e Ambiente, que, em 1999, apontou evidências significativas da relação entre certos disruptores endócrinos e distúrbios no sistema reprodutivo humano (CSTEE, 1999).

Estudos clássicos, como os de Colborn, vom Saal e Soto (1993) foram fundamentais para inaugurar o debate público e acadêmico sobre os efeitos de doses ambientalmente relevantes de DE, com foco em sua ação mimética de hormônios sexuais e sua capacidade de provocar efeitos mesmo em concentrações muito baixas.

Ademais, pesquisas subsequentes aprofundaram a análise sobre os mecanismos de ação e os impactos multissistêmicos dessas substâncias (Goldman *et al.*, 2001). Entre os efeitos mais relatados estão a infertilidade, malformações

congênitas, puberdade precoce, endometriose, cânceres hormônio-dependentes e alterações epigenéticas com consequências que podem se estender por gerações.

O Quadro 1, a seguir, apresenta uma síntese dos principais disruptores endócrinos, seus efeitos sobre o sistema reprodutivo, produtos nos quais estão presentes e os estudos científicos que documentaram essas relações.

Quadro 1 – Principais disruptores endócrinos e seus efeitos no sistema reprodutor

Substância	Impactos na Saúde Reprodutiva	Produtos	Referências
Atrazina	Redução na qualidade do esperma, problemas de tireoide	Herbicidas agrícolas	Swan (2003); Pereira et al. (2011); Costa et al. (2018)
Ascarel (PCB)	Declínio da função do sistema imunológico, doenças infecciosas, acumulação no leite materno, endometriose, danos ao feto, baixo peso ao nascer, QI reduzido	Equipamentos elétricos, resíduos industriais	Penteado e Vaz (2001); Baird (2002); Colborn et al. (2022)
Benzo(a)antraceno e Benzo(a)pireno	Danos aos oócitos, alteram a ação dos linfócitos, substâncias mutagênicas	Solventes industriais, combustíveis	Patnaik (2002)
Bisfenol A	Ação disruptiva sobre o estrogênio, diminuição da ovulação, aumento da secreção de prolactina	Plásticos, resinas, alimentos embalados	Wozniak et al. (2005)
BTX (Benzeno, Tolueno, Xileno)	Anomalias menstruais, fixação nos glóbulos vermelhos	Solventes industriais, combustíveis	Mendes, 1997; Azevedo; Chasin (2003)
Carbaril	Inibidor de acetilcolinesterase, hipotireoidismo, redução na contagem de espermatozoides, espermatozoides anormais		Larini (1999); Mendes (1997)
Cádmio	Câncer de próstata, acumulação no pâncreas, testículos e tireoide, atrofia testicular, tumores testiculares, redução no volume do esperma, acumulação no leite materno	Baterias, fertilizantes	Cardoso e Chasin (2001); WHO (2001)
Chumbo	Redução na qualidade/quantidade do esperma, hipotireoidismo, aborto espontâneo, acumulação em tecidos reprodutivos e tireoide, efeitos no cérebro fetal	Pinturas, tubulações, contaminação do solo	Moreira e Moreira (2004); Mendes (1997)
Clordano, Dieldrin, DDT, Endossulfam	Acumulam-se no leite materno, causam criptorquidia, hipospadia, aumento de irregularidades menstruais	Inseticidas agrícolas	WHO (2001); Mendes (1997)
Compostos pirimidínicos	Inibem a produção de hormônios esteróides		Colborn et al. (2002)
DBPC (Dibromocloropropano)	Diminuição da motilidade e produção de espermatozoides	Inseticidas, produtos de limpeza	Bowler e Cone (2001)
Dissulfeto de Carbono	Disruptor hormonal, causa distúrbios menstruais	Produtos químicos industriais	Batstone (2001)
Estireno	Teratogênico, abortamento espontâneo, baixo peso ao nascer	Plásticos, solventes	Larini (1997); Mendes (1997)

(Continua)

Quadro 1 – Principais disruptores endócrinos e seus efeitos no sistema reprodutor (Conclusão)

Substância	Impactos na Saúde Reprodutiva	Produtos	Referências
Ftalatos	Redução na qualidade do esperma, teratogênicos, causam desmasculinização e feminilização	Plásticos, produtos cosméticos	McGinn (2004)
Fosmete	Transtornos de desenvolvimento fetal	Inseticidas agrícolas	Dias <i>et al.</i> (2013); Silva <i>et al.</i> (2015)
HCB (Hexaclorobenzeno)	Acumulam-se no leite materno, hipotireoidismo, supressão imunológica, esteatose, hepatomegalia	Produtos químicos industriais	WHO (2001); Patnaik (2002)
Manganês	Danos ao DNA dos linfócitos, Mal de Parkinson, impotência, acumulação na tireoide, pituitária e pâncreas	Indústrias, fertilizantes	Martins e Lima (2001); Teves (2001)
Mercúrio	Ciclo menstrual irregular, teratogênico, acumulação no leite materno, danos ao sistema nervoso fetal, aborto espontâneo, natimortalidade	Peixes contaminados, produtos de limpeza	Azevedo e Chasin (2003)
Óxido de Etileno	Abortamento espontâneo em profissionais expostos	Indústrias químicas, esterilização	Xelegati e Robazzi (2003)
PCF (Pentaclorofenol)	Causador de cloroacne, disfunção endócrina, anemia aplástica, carcinogenicidade, diminuição da contagem de espermatozoides, fluido seminal reduzido	Produtos químicos industriais	Brasil (2001); Vieira <i>et al.</i> (1981)
Triclorfon	Diminuição da contagem de espermatozoides	Inseticidas, produtos veterinários	Spritzer <i>et al.</i> (2001)

Fonte: A autora (2025)

## 5.1 ALTERAÇÕES NO SISTEMA REPRODUTIVO FEMININO

Diversas substâncias químicas têm sido implicadas na desregulação do sistema endócrino, com possíveis efeitos adversos à saúde humana, especialmente sobre a função reprodutiva feminina. As alterações hormonais decorrentes da exposição a disruptores endócrinos estão associadas à diferenciação sexual anormal, disfunções ovarianas, aumento da incidência de síndromes como ovários policísticos e endometriose, bem como ao risco elevado de desenvolvimento de neoplasias hormônio-dependentes, como o câncer de mama e o câncer vaginal (CSTEE, 1999).

Sobre o assunto, o Comitê Científico sobre Toxicidade, Ecotoxicidade e Meio Ambiente enfatizou que há evidências significativas ligando determinados DE a alterações fisiopatológicas no sistema reprodutivo humano, especialmente em mulheres expostas a compostos com atividade estrogênica. Esse risco se agrava na

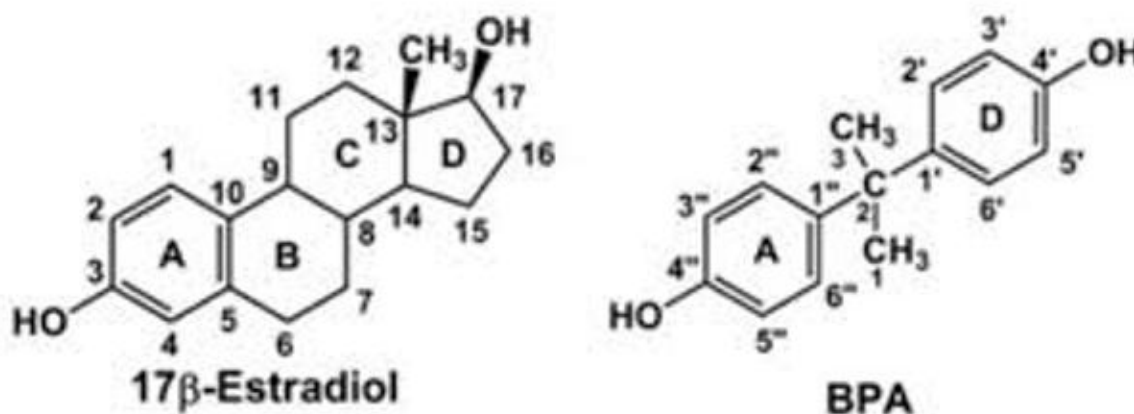
presença de substâncias que mimetizam hormônios naturais, intensificando a sinalização celular de forma desregulada e persistente.

Determinados tipos de câncer, como o de mama, têm sido associados à exposição prolongada a hormônios endógenos ou a compostos estrogênicos exógenos. A estimulação estrogênica leva a um aumento da proliferação celular, elevando, conseqüentemente, o risco de mutações durante os processos de replicação do DNA. Alguns esteroides, naturais ou sintéticos, podem desempenhar papel tanto na iniciação quanto na progressão de tumores malignos, ao induzirem alterações epigenéticas e eventos celulares críticos relacionados à carcinogênese (Stephens, 2021).

Nesse contexto, o bisfenol A (BPA) é um exemplo amplamente estudado de disruptor endócrino com estrutura química similar à do estradiol, um hormônio estrogênico natural. Ambos compartilham anéis aromáticos (fenólicos) e grupos hidroxila (-OH), permitindo que o BPA atue como um xenoestrogênio, ou seja, um composto exógeno capaz de se ligar aos receptores de estrogênio e desencadear respostas biológicas semelhantes às do estradiol.

No estradiol, o anel A é um anel fenólico com um grupo hidroxila na posição 3; no BPA, ambos os anéis fenólicos possuem grupos hidroxila na posição 4. Essa semelhança estrutural é essencial para explicar como o BPA pode interferir na sinalização hormonal e contribuir para a indução de alterações celulares potencialmente cancerígenas.

Figura 11 – Semelhança molecular do hormônio estradiol e do bisfenol A (BPA)



Fonte: Inácio (2018)

O desenvolvimento e a funcionalidade do sistema reprodutivo feminino dependem de um delicado equilíbrio hormonal, especialmente entre os estrógenos e os andrógenos. Qualquer perturbação nesse eixo endócrino pode desencadear uma série de disfunções, como irregularidades no ciclo menstrual, comprometimento da fertilidade, endometriose e síndrome dos ovários policísticos (Nicolopoulou-Stamati, 2001).

Entre os períodos mais vulneráveis à ação de disruptores endócrinos, destaca-se a fase de desenvolvimento fetal. Um exemplo emblemático dos efeitos adversos provocados por substâncias com atividade estrogênica exógena durante a gestação foi o uso do dietilestilbestrol (DES), um estrogênio sintético amplamente prescrito entre as décadas de 1940 e 1970 para prevenir abortos espontâneos e favorecer o crescimento fetal.

Segundo Birkett e Lester (2003 *apud* Bila; Dezotti, 2007), décadas mais tarde, evidenciou-se que a exposição intrauterina ao DES estava associada a graves consequências reprodutivas nas filhas dessas mulheres, incluindo infertilidade, anomalias uterinas, gravidez ectópica, imunossupressão e, em casos significativos, o desenvolvimento de adenocarcinoma de células claras da vagina.

Estudos recentes reforçam que compostos estrogênicos como o DES podem produzir efeitos persistentes e transgeracionais no sistema reprodutivo humano, sobretudo quando a exposição ocorre durante a vida intrauterina (USEPA, 1997).

O caso do DES permanece como o primeiro registro científico de um fármaco capaz de atravessar a barreira placentária e, ao ser metabolizado pelo organismo fetal, induzir carcinogênese nas gerações subsequentes. Esse episódio histórico tornou-se um paradigma para o estudo dos efeitos dos disruptores endócrinos, sendo frequentemente utilizado como base comparativa nas avaliações de risco relacionadas à exposição humana a essas substâncias.

### **5.1.1 Puberdade precoce**

De acordo com Guyton e Hall (2011), a puberdade é definida fisiologicamente como o período de transição entre a infância e a idade adulta, caracterizando-se pelo aumento progressivo da secreção de gonadotrofinas (GnRH), que culmina na ativação do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal. Essa ativação hormonal desencadeia a

maturação sexual e o surgimento dos caracteres sexuais secundários, além do desenvolvimento da capacidade reprodutiva (Macedo *et al.*, 2014).

Embora fatores neuronais exerçam papel central nesse processo, há uma multiplicidade de variáveis que modulam o início da puberdade, como fatores genéticos, estado nutricional, ambiente intrauterino, exposição à luz e ritmos circadianos (Parent *et al.*, 2003). Apesar dessa complexidade, há uma janela etária considerada fisiológica para o início da puberdade, geralmente entre os 11 e os 16 anos, com média em torno dos 13 anos (Guyton; Hall, 2011).

Uma perspectiva evolucionária aponta que, durante o Neolítico, a menarca ocorria precocemente, sendo retardada durante a Revolução Industrial e posteriormente antecipada nos últimos dois séculos, evidenciando a influência de fatores ambientais e socioeconômicos sobre o amadurecimento sexual (Hughes, 2013). Dessa forma, cresce o interesse científico em compreender como a exposição a contaminantes ambientais pode interferir nesse processo.

Disruptores endócrinos são substâncias químicas naturais ou sintéticas que mimetizam, bloqueiam ou modulam a ação de hormônios, podendo afetar o sistema endócrino mesmo em concentrações extremamente baixas (Niehs, 2023). Segundo Özen e Darcan (2011), esses compostos podem se acumular no ambiente e entrar em contato com os seres humanos por meio da ingestão de alimentos, água, inalação do ar ou contato dérmico, além de atravessarem a placenta ou serem transferidos pelo leite materno. Estima-se que existam mais de 800 compostos com potencial atividade desreguladora hormonal, sendo o bisfenol A (BPA), os ftalatos e certos pesticidas os mais estudados e preocupantes (Bergman *et al.*, 2013).

Os mecanismos de ação dos DE incluem a ligação a receptores hormonais, modulando vias de sinalização, alterando a síntese ou a degradação de hormônios endógenos e interferindo na disponibilidade ou distribuição desses hormônios no organismo. Ademais, podem modificar a expressão de receptores e a sensibilidade celular aos hormônios naturais (Combarous; Nguyen, 2019).

Historicamente, um dos primeiros alertas sobre os efeitos adversos de DE foi o uso do dietilestilbestrol (DES), prescrito a mulheres grávidas entre as décadas de 1950 e 1970. Estudos revelaram que as filhas dessas mulheres apresentaram malformações uterinas, infertilidade e maior incidência de câncer vaginal, evidenciando o efeito teratogênico do fármaco (Olea *et al.*, 2002; Colborn *et al.*, 2002).

Homens expostos ao DES, seja por uso direto ou exposição ocupacional, também desenvolveram alterações como ginecomastia e criptorquidia em seus descendentes (Bowler; Cone, 2001; Colborn *et al.*, 2002).

Pesquisas recentes identificam metais pesados como potenciais disruptores endócrinos. Em um estudo nacional, observou-se que meninas expostas ao chumbo (Pb) por residirem próximas a uma fábrica de liga ferromanganês apresentaram puberdade precoce, além de níveis elevados de LH, atribuídos à ação do metal sobre o hipotálamo, estimulando a secreção de GnRH (Dos Santos *et al.*, 2022).

Adicionalmente, ainda de acordo com Dos Santos *et al.* (2022), foi relatado que concentrações elevadas de mercúrio no sangue materno estão associadas a maior risco de antecipação puberal, especialmente quando combinadas a distúrbios metabólicos na gestante.

### **5.1.2 PFOA, ovário policístico e infertilidade**

Devido à sua persistência ambiental, baixa taxa de degradação e alta lipofilicidade, o ácido perfluorooctanoico (PFOA), pertencente à classe dos perfluoroalquilados (PFAS), tem sido amplamente associado a efeitos tóxicos sobre a reprodução humana. Essas substâncias tendem a se acumular no organismo ao longo do tempo, especialmente em tecidos com atividade endócrina, como os ovários (Shen *et al.*, 2023).

Recentemente, um estudo teve como objetivo avaliar o impacto da concentração de PFOA presente no fluido folicular sobre a qualidade embrionária e os perfis metabólicos associados à estimulação ovariana em diferentes condições clínicas. A pesquisa, de caráter prospectivo e realizada em centro único, incluiu 75 pacientes submetidas à fertilização *in vitro*, distribuídas em três grupos: 25 mulheres com reserva ovariana diminuída (DOR), 25 com reserva ovariana normal (NOR) e 25 diagnosticadas com síndrome dos ovários policísticos (SOP).

As amostras de fluido folicular foram analisadas por cromatografia líquida de ultra-alta eficiência acoplada à espectrometria de massa em tandem (UHPLC-MS/MS), técnica de elevada sensibilidade para detecção de compostos traço (Shen *et al.*, 2023).

Os resultados evidenciaram que os níveis de PFOA no fluido folicular foram significativamente mais elevados no grupo DOR em comparação aos grupos NOR e

SOP ( $p < 0,05$ ). Além disso, no grupo SOP, foi observada uma correlação negativa entre a concentração de PFOA e a taxa de embriões de alta qualidade, indicando possível comprometimento do potencial reprodutivo (Shen *et al.*, 2023).

Com o intuito de aprofundar a análise sobre a influência do PFOA no ambiente folicular, o grupo DOR foi subdividido conforme os níveis da substância, e realizou-se uma análise metabólica comparativa entre os subgrupos. Segundo Shen *et al.* (2023), os resultados revelaram que, no grupo com alta concentração de PFOA, houve alterações significativas no perfil metabólico, com aumento de três metabólitos e redução de nove, sugerindo que a presença do contaminante pode comprometer diretamente o microambiente folicular e, por conseguinte, a função ovariana.

Esses achados corroboram a hipótese de que a exposição a compostos perfluorados representa um fator de risco relevante para a saúde reprodutiva feminina, principalmente em populações clinicamente vulneráveis, como mulheres com baixa reserva ovariana ou distúrbios endócrinos.

## 5.2 ALTERAÇÕES NO SISTEMA REPRODUTIVO MASCULINO

No sistema reprodutivo masculino, a exposição a disruptores endócrinos tem sido associada a diversos efeitos adversos, incluindo redução da produção espermática, alterações na morfologia e mobilidade dos espermatozoides, infertilidade, disfunções hormonais envolvendo o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, além do aumento do risco para cânceres testicular e de próstata (Daston; Gorsuch, 1997; Bresilin *et al.*, 1997; Weber *et al.*, 2002). Acredita-se que tais alterações estejam, em grande parte, relacionadas à contaminação ambiental por substâncias com ação antiandrogênica e estrogênica, como os compostos organoclorados.

Pesquisas vêm documentando, ao longo das últimas décadas, um declínio significativo na qualidade do sêmen humano, fenômeno considerado global. Gandini *et al.* (2000) salientam que esse decréscimo na qualidade espermática afeta, potencialmente, grande parcela da população masculina, sugerindo um processo contínuo de deterioração da função reprodutiva.

Em um estudo longitudinal realizado por Auger *et al.* (1995), avaliou-se, entre 1973 e 1992, a qualidade seminal de homens férteis e saudáveis, considerando volume do fluido seminal, concentração, motilidade e morfologia dos espermatozoides. Os autores observaram uma queda significativa na concentração e

na mobilidade espermática ao longo de 20 anos, fato este que coincidiu com o aumento da incidência de anomalias do trato reprodutivo masculino, incluindo o câncer testicular, sugerindo uma possível relação causal com a exposição ambiental a compostos desreguladores endócrinos.

Cocco (1997) reforça essa hipótese ao apontar que os DE pertencentes à classe dos organoclorados, como subprodutos persistentes do DDT, vêm sendo implicados tanto na redução da contagem espermática quanto no aumento de malformações reprodutivas em animais selvagens e humanos, além de estarem associados à etiologia de tumores testiculares. Estudos experimentais demonstraram que tais substâncias apresentam fortes propriedades antiandrogênicas, o que reforça a conexão entre a poluição ambiental e o comprometimento da fertilidade masculina.

### 5.3 DIFERENÇAS DO DESENVOLVIMENTO SEXUAL (DDS) – NOMENCLATURA ANTERIOR: INTERSEXO

Durante o período de diferenciação sexual nos mamíferos, incluindo os seres humanos, os níveis hormonais desempenham papel decisivo na determinação do fenótipo sexual. Altas concentrações de testosterona são responsáveis pela masculinização, enquanto concentrações elevadas de estrogênios podem induzir alterações de feminilização (Cohn *et al.*, 2017). Esses hormônios atuam como sinais bioquímicos que ativam ou silenciam genes, regulando com precisão o desenvolvimento embriológico e fetal.

O equilíbrio hormonal é, portanto, fundamental para o desenvolvimento saudável. Pesquisas científicas ao longo de mais de um século demonstram que os processos vitais de programação e regulação exigem a presença dos hormônios em concentrações adequadas e em momentos específicos. Segundo Cohn *et al.* (2017), a demanda hormonal também varia conforme os diferentes órgãos e tecidos amadurecem ao longo da vida. Quando esse equilíbrio é perturbado, como no caso da exposição a disruptores endócrinos durante períodos críticos, os efeitos adversos podem ser significativos.

Órgãos em fase de desenvolvimento são particularmente vulneráveis aos efeitos dos DE. A exposição a essas substâncias durante as chamadas janelas críticas ou janelas de vulnerabilidade pode resultar em malformações físicas, alterações funcionais ou ambas. Um mesmo agente químico pode causar efeitos distintos

dependendo do estágio de desenvolvimento no qual ocorre a exposição, reforçando a importância da cronologia na avaliação dos riscos (Braun, 2017).

Mesmo que não existam alterações morfológicas evidentes, distúrbios hormonais podem ocasionar modificações funcionais que só se manifestam tardiamente, muitas vezes na vida adulta. Essa ideia está associada às teorias da “Base Fetal das Doenças do Adulto” (FeBAD) e das “Origens do Desenvolvimento da Saúde e da Doença” (DOHaD), que correlacionam eventos na vida intrauterina à predisposição para doenças crônicas na idade adulta. Além disso, deve-se considerar que a exposição aos DE durante o desenvolvimento fetal pode ser modulada por uma interação complexa entre fatores ambientais, socioeconômicos e biológicos.

A dissertação de Tolloto (2020), que analisou 67 estudos científicos, apontou maior incidência de Diferenças na Diferenciação Sexual (DDS) em regiões afetadas pelo racismo ambiental, como o continente asiático – com destaque para China e Índia –, e em países industrializados como os Estados Unidos, caracterizados por elevado consumo de produtos contendo DE.

A pesquisa também indicou que os Estados Unidos concentram a maior parte da produção científica relacionada aos efeitos dos disruptores endócrinos em populações vulneráveis e à relação com desigualdades ambientais. Esses achados reforçam o papel central do racismo ambiental na determinação da exposição desigual a agentes tóxicos.

Comunidades minoritárias e populações de baixa renda são frequentemente mais expostas a poluentes e disruptores endócrinos em razão da proximidade com áreas industriais contaminadas, descarte inadequado de resíduos e escassez de acesso a alimentos saudáveis e água potável. Esse padrão de injustiça ambiental contribui diretamente para o aumento da prevalência de DDS e outras desordens reprodutivas nessas populações.

O Quadro 2, a seguir, apresenta os principais disruptores endócrinos associados ao desenvolvimento de câncer, os produtos nos quais estão presentes e os respectivos estudos científicos que os documentam.

Quadro 2 – Principais disruptores endócrinos e produtos relacionados ao câncer

Substância	Câncer	Produtos	Referências
Atrazina	Câncer de mama, próstata, linfoma	Herbicidas agrícolas	Pereira <i>et al.</i> (2011); Costa <i>et al.</i> (2018)
Ascarel (PCB)	Endometriose, danos ao feto, baixo peso ao nascer, câncer	Equipamentos elétricos, resíduos industriais	Penteado e Vaz, (2001); Baird (2002)
Cádmio	Câncer de próstata, tumores testiculares	Baterias, fertilizantes	Cardoso e Chasin (2001); WHO, 2001
Clorpirifós	Infertilidade, potencial cancerígeno	Inseticidas agrícolas	Lima <i>et al.</i> (2014); Silva <i>et al.</i> (2019)
DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano)	Câncer de mama, fígado, pâncreas	Inseticidas agrícolas	Fonseca <i>et al.</i> (2010); Borges <i>et al.</i> (2014)
Estireno	Teratogênico, abortamento espontâneo, potencial cancerígeno	Plásticos, solventes	Larini (1997); Mendes (1997)
Glifosato	Linfoma não-Hodgkin, potencial cancerígeno	Herbicidas agrícolas	Rodrigues <i>et al.</i> , (2013); Santos <i>et al.</i> (2020)
HCB (Hexaclorobenzeno)	Supressão imunológica, hepatomegalia, potencial cancerígeno	Produtos químicos industriais	WHO (2001); Patnaik (2002)
Malathion	Câncer de bexiga, transtornos neurodegenerativos	Inseticidas agrícolas	Souza <i>et al.</i> (2016); Oliveira <i>et al.</i> (2018)
Paraquate	Câncer de pulmão	Inseticidas agrícolas	Almeida <i>et al.</i> (2012); Carvalho <i>et al.</i> (2016)
PCF (Pentaclorofenol)	Carcinogenicidade	Produtos químicos industriais	Brasil (2001); Vieira, Santos e Galbes (1981)

Fonte: A autora

## 6 RELAÇÃO DO RACISMO AMBIENTAL E DO DISRUPTOR ENDÓCRINO AGROTÓXICO

Entre sementes e silêncios, o que germina não é apenas a lavoura, mas a injustiça. O que floresce, muitas vezes, é a dor coletiva de corpos reacializados e empobrecidos, submetidos à toxicidade cotidiana invisibilizada pelo discurso da modernização agrícola. (Tolloto, 2024)

No país que lidera o consumo de agrotóxicos no mundo, o envenenamento ambiental não é apenas uma questão de saúde pública, mas de justiça social, atingindo, com maior força, as populações historicamente marginalizadas. A relação entre o racismo ambiental e os disruptores endócrinos revela uma tragédia silenciosa, desenhada ao longo de gerações e disseminada pela desigualdade estrutural. Esses dois fatores críticos – os disruptores endócrinos, invisíveis e silenciosos, e o racismo ambiental, persistente e sistêmico – interagem de modo a impactar profundamente as comunidades vulneráveis ao redor do mundo.

É nesse contexto de vulnerabilidade social e segregação geográfica que se compreende a relação entre o racismo ambiental e os disruptores endócrinos, ambos desempenhando papéis determinantes no destino de populações inteiras.

De acordo com a Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu, em Bruxelas (COM\_1999), o primeiro fator – os disruptores endócrinos – são:

[...] uma substância ou um composto exógeno que altera uma ou várias funções do sistema endócrino e tem, conseqüentemente, efeitos adversos sobre a saúde de um organismo intacto, sua descendência ou (sub) populações.

Como segundo fator está o racismo ambiental, que se torna evidente ao considerar que essas exposições aos DE não são distribuídas de maneira equitativa entre as populações, afetando desproporcionalmente grupos marginalizados e comunidades de baixa renda, muitas vezes localizadas próximas a áreas industriais ou regiões com regulamentações ambientais frágeis ou negligenciadas. Esse padrão de desigualdade, muitas vezes, é invisibilizado, suprimido ou ignorado, perpetuando as disparidades socioambientais.

## 6.1 RACISMO AMBIENTAL E O USO DE AGROTÓXICOS

Os agrotóxicos são compostos químicos utilizados para controlar, destruir ou prevenir a ação de organismos nocivos a plantas, animais úteis e seres humanos, direta ou indiretamente (Brasil, 1989). Podem ser encontrados em múltiplos ambientes, como locais de trabalho, residências, escolas, alimentos, água, ar e áreas de lazer, expondo a população em diversas situações cotidianas.

No Brasil, a situação é especialmente preocupante, uma vez que, atualmente, o país ocupa a posição de maior consumidor mundial de agrotóxicos, consequência direta do modelo agroexportador adotado pela economia nacional (Brasil; Inca, 2015). Nesse contexto, a interseção entre o racismo ambiental e a exposição a disruptores endócrinos aprofunda os ciclos de desvantagem e vulnerabilidade, favorecendo o aumento da prevalência de doenças em comunidades socialmente marginalizadas.

Pesquisas demonstram que os disruptores endócrinos presentes em produtos industriais e agrícolas estão associados a diversas patologias, como cânceres, distúrbios do sistema reprodutor e alterações neurológicas e mentais (Larini, 1997; Mendes, 1997; Bowler; Cone, 2001; Batstone, 2001; McGinn, 2004). A interação entre fatores socioeconômicos, biológicos e ambientais tende a amplificar esses impactos na saúde, perpetuando ciclos de desigualdade e agravando os determinantes sociais da saúde (Larini, 1997; Mendes, 1997).

O uso persistente dessas substâncias no ambiente favorece sua dispersão, sobretudo em períodos chuvosos, contaminando o solo e os corpos d'água. A extensa meia-vida desses compostos químicos contribui para sua bioacumulação e transporte por vetores naturais.

Um estudo conduzido em Lucas do Rio Verde (MT) revelou que 88% das amostras de sangue e 61% das de urina de trabalhadores e residentes da área estavam contaminadas por glifosato e inseticidas organoclorados, respectivamente (Pignati *et al.*, 2013). Outro levantamento na mesma região detectou agrotóxicos no leite materno de mulheres residentes em áreas urbanas distantes das lavouras, indicando a contaminação difusa dos ecossistemas locais por defensivos químicos utilizados na produção de soja, milho e algodão (Diniz; Seidl; Tubaldini, 2013).

A intoxicação humana, portanto, não se restringe à aplicação direta nas lavouras, mas ocorre também por meio da ingestão de água contaminada ou

alimentos produzidos com insumos tóxicos, o que compromete a segurança alimentar de populações inteiras.

Apesar desse cenário, tramita no Congresso Nacional o Projeto de Lei nº 6.299/2002<sup>11</sup>, que visa flexibilizar a regulamentação da comercialização de agrotóxicos, inclusive de substâncias já proibidas em outros países. A proposta, no entanto, tem sido amplamente criticada por organizações científicas e da sociedade civil (ABRASCO, 2018). Tal flexibilização é ainda mais alarmante quando se considera a escassez de pesquisas na América do Sul sobre os efeitos dos DE, o que implica na ausência de legislações preventivas e políticas públicas efetivas (Multigner; Oliva, 2002).

Outro fator relevante é o tempo de exposição: períodos prolongados, mesmo com doses baixas, podem causar mais danos à saúde do que exposições pontuais a concentrações elevadas. Essa realidade reforça a urgência de políticas ambientais e de saúde pública que considerem os efeitos cumulativos dessas substâncias e priorizem populações em situação de vulnerabilidade.

O herbicida à base de glifosato, comercializado sob o nome Roundup, é amplamente utilizado em culturas transgênicas e tem sido detectado como contaminante em rios e alimentos. Pesquisas demonstram que essa substância é mais tóxica do que o glifosato isolado, apresentando efeitos citotóxicos e endócrinos mesmo em concentrações inferiores às empregadas na agricultura. Em experimentos com células da placenta humana (JEG3), observou-se que a formulação comercial aumenta a toxicidade e interfere na atividade da aromatase, enzima responsável pela síntese de estrogênio (Richard *et al.*, 2005).

Essas evidências reiteram a importância de considerar, além do princípio ativo dos agrotóxicos, os adjuvantes presentes nas formulações comerciais, que podem potencializar os efeitos adversos à saúde.

---

<sup>11</sup> Transformada na **Lei nº 14.785**, de 17 de dezembro de 2023. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e das embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental, de seus produtos técnicos e afins; revoga as Leis nºs 7.802, de 11 de julho de 1989, e 9.974, de 6 de junho de 2000, e partes de anexos das Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 9.782, de 26 de janeiro de 1999.

## 6.2 SOFRIMENTO MORAL DE COMUNIDADES RESIDENTES E DE COMUNIDADES TRABALHADORAS EXPOSTAS

O sofrimento moral no trabalho refere-se à exposição dos trabalhadores a situações constrangedoras, degradantes e prolongadas durante a jornada laboral, bem como à negação de sua dignidade e identidade no exercício de suas funções (Lobo, 2013). Enquanto os problemas enfrentados por trabalhadores urbanos tendem a ser mais visíveis e reconhecidos, os desafios vivenciados por trabalhadores rurais – especialmente aqueles pertencentes a comunidades étnicas cujos territórios são ignorados, demarcados sem efetiva posse ou ainda não reconhecidos como quilombolas – permanecem amplamente invisibilizados, muitas vezes sem acesso à informação ou conhecimento de seus próprios direitos. Essa invisibilidade agrava-se na interface entre saúde ambiental e saúde coletiva, negligenciando as especificidades dessas populações.

As perdas territoriais, frequentemente marcadas pela contaminação ambiental, geram insegurança física e alimentar, além da sensação de esvaziamento cultural e identitário, com impactos profundos sobre a saúde mental dessas comunidades. A desagregação dos laços com a terra, a perda de tradições e o silenciamento das vozes coletivas alimentam um sofrimento moral persistente. A incerteza quanto à sobrevivência, à saúde e ao futuro das novas gerações se impõe como uma forma de violência simbólica e institucional.

No Brasil, o sofrimento moral das populações afetadas pelo racismo ambiental manifesta-se de forma alarmante. A Constituição Federal de 1988, em seu art. 225, garante que “[...] todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” (Brasil, 1988). Essa garantia constitucional, no entanto, colide com a realidade enfrentada por comunidades historicamente marginalizadas, cujos territórios são alvos recorrentes de degradação ambiental e de negligência por parte do poder público.

A exposição contínua dessas populações a contaminantes ambientais, como os agrotóxicos, decorre, em parte, da omissão do Estado na regulação e controle dessas substâncias. Ainda que a mesma Constituição atribua ao Poder Público a responsabilidade de fiscalizar e controlar produtos e processos que possam representar riscos à vida, a ineficiência estrutural e a captura de políticas por

interesses econômicos produzem um cenário de vulnerabilidade contínua (Brasil, 1988).

A promulgação da Lei nº 7.802/1989, conhecida como “Lei dos Agrotóxicos” (Brasil, 1989), representou um marco na tentativa de regulamentação desses produtos no país. Sua aprovação foi impulsionada por pressões da sociedade civil e de movimentos socioambientais, intensificadas pelo assassinato de Chico Mendes, símbolo da luta socioambiental brasileira (Kohlhepp, 1992). Todavia, a persistência de casos de intoxicação, contaminação e injustiça ambiental demonstra que a efetividade dessa legislação tem sido limitada.

O racismo ambiental se manifesta em decisões políticas que priorizam o agronegócio em detrimento da saúde das populações vulnerabilizadas. O acesso à informação, à justiça e à reparação é desigual, e comunidades indígenas, quilombolas e rurais são frequentemente excluídas dos processos decisórios. Um exemplo é o uso indiscriminado de agrotóxicos em terras indígenas, como ocorre na região habitada pelo povo Xukuru do Ororubá, em Pernambuco, onde a introdução dessas substâncias ocorreu no contexto da industrialização da agricultura (Gonçalves; Gurgel, 2012).

A expansão vertiginosa do mercado de agrotóxicos no Brasil ilustra a dependência crescente do setor agroindustrial em relação a essas substâncias. Desde 2008, o país ocupa a primeira posição no ranking mundial de consumo de agrotóxicos, com um crescimento de 190% na última década. Segundo Rigotto, Vasconcelos e Rocha (2014), na safra de 2010-2011, foram consumidas 936 mil toneladas de agrotóxicos, sendo que mais de 70% desse mercado é controlado por dez empresas.

Muitos dos agrotóxicos utilizados no Brasil são proibidos em seus países de origem. A pulverização aérea, comum em lavouras de cana-de-açúcar no estado de São Paulo, por exemplo, contribui para a contaminação do solo e da água, configurando formas de “chuva ácida”.

De acordo com a Agronews (2014), uma pesquisa identificou as principais empresas envolvidas nesse processo: Syngenta (Suíça), Bayer e Basf (Alemanha), Dow AgroScience, Monsanto e DuPont (Estados Unidos). Essas corporações, que também dominam o mercado global de sementes, detêm o controle de 75% do comércio mundial de agrotóxicos, segundo o relatório “Quem é o dono da natureza?” (ETC Group, 2008).

Embora a Lei nº 7.802 tenha sido posteriormente regulamentada pelo Decreto nº 4.074/2002, que proíbe o registro de substâncias com alto risco toxicológico – como aquelas sem antídotos ou com potencial carcinogênico, teratogênico e mutagênico –, a fiscalização permanece deficiente. Como resultado, comunidades continuam expostas a substâncias perigosas, perpetuando o ciclo de injustiça ambiental e sofrimento moral.

A urgência de políticas públicas comprometidas com a justiça ambiental torna-se evidente. É preciso adotar práticas agrícolas sustentáveis e políticas inclusivas, baseadas no princípio da equidade, para assegurar o direito à saúde e ao meio ambiente equilibrado a todos os cidadãos. Os impactos são especialmente graves para as crianças: no estado do Espírito Santo, entre 2007 e 2015, 768 casos de intoxicação por agrotóxicos foram registrados em crianças com menos de 10 anos, alcançando uma média de 96 por ano (Carneiro *et al.*, 2015, p. 126), conforme pode ser observado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Intoxicação por agrotóxico de uso agrícola segundo faixa etária



Fonte: Carneiro *et al.* (2015)

A exposição infantil a agrotóxicos apresenta particularidades relevantes quando comparada à exposição em adultos, devido às diferenças fisiológicas e comportamentais das crianças. Fatores como a elevada permeabilidade intestinal e a imaturidade do sistema de detoxificação tornam os organismos infantis especialmente vulneráveis aos efeitos tóxicos dessas substâncias (Carneiro *et al.*, 2015, p. 126). No mesmo estudo, destacam-se os dados do sistema TOXCEN-ES, que apontam para a

ocorrência de aproximadamente 20 óbitos anuais decorrentes de intoxicação por agrotóxicos no estado do Espírito Santo, no período de 2007 a 2014 (Bochner, 2015).

Apesar das evidências científicas acumuladas que associam diversos agrotóxicos a desfechos adversos como câncer, disfunções hepáticas e distúrbios reprodutivos (Rodrigues *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2020), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) contesta os critérios utilizados por pesquisadores para classificar substâncias como o glifosato e o 2,4-D como potencialmente cancerígenas, alegando que reavaliações recentes não encontraram evidências conclusivas quanto à sua carcinogenicidade.

Por outro lado, o Ministério da Agricultura sustenta que, quando utilizadas conforme as instruções técnicas presentes nas bulas, as atividades aeroagrícolas são seguras para a população. Ainda assim, reconhece os riscos da pulverização aérea e estabelece normas restritivas: é proibido o uso de aviões na aplicação de agrotóxicos em áreas situadas a menos de 500 metros de cidades, povoados e mananciais de abastecimento público, ou a menos de 250 metros de moradias isoladas (Freitas, 2023).

Caso não seja possível respeitadas essas distâncias, o aplicador é obrigado a comunicar previamente aos moradores da área e não pode passar por cima das casas (Jornal Oficial da EU, 2009a). Mas há diversas denúncias de descumprimento, afirma Diógenes Rabello, pesquisador da Universidade Estadual Paulista (Unesp) e morador de assentamento na região de Presidente Prudente. Ele relata que as pessoas sentem o cheiro forte dos agrotóxicos e depois têm dores de cabeça e coceiras pelo corpo. (Reporter Brasil, 2022/10)

Questionada, a empresa afirmou que:

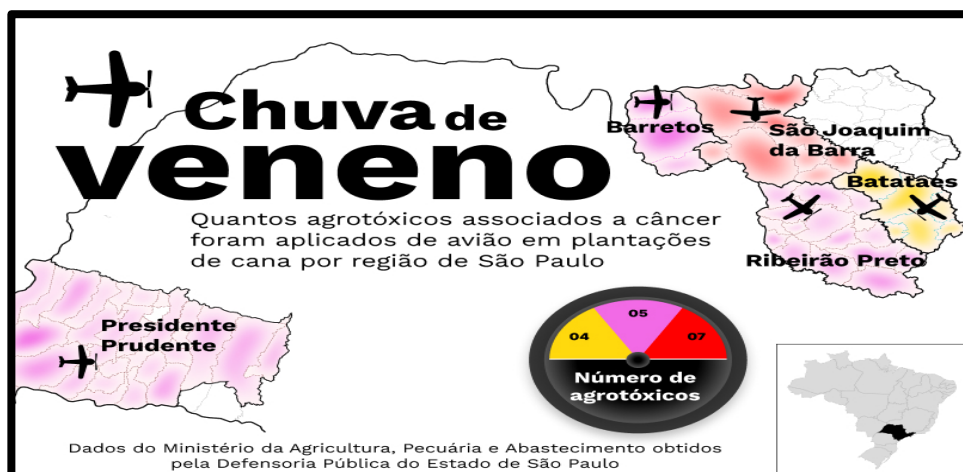
[...] “este produto foi considerado apto para uso nos cultivos registrados, seguindo as recomendações da bula”; entretanto não respondeu sobre a relação do agrotóxico produzido por ela com a mortalidade de insetos. Segundo a Unica, as empresas buscam constantemente atualizar sua base cartográfica para definição das zonas em que serão aplicados os agrotóxicos. A entidade afirma que a falta de formalização da apicultura impossibilita que “as usinas tenham conhecimento de sua existência e localização, portanto, impedindo que sejam determinadas como zonas de restrição no momento da aplicação”. (Reporter Brasil, 2022)

Um estudo inédito revelou que cerca de 30% dos agrotóxicos aplicados com o uso de aviões nas plantações de cana-de-açúcar em São Paulo têm associação com o desenvolvimento de câncer. Essa pesquisa teve como base dados obtidos pela Defensoria Pública do Estado de São Paulo e analisou aplicações realizadas em 63 cidades, incluindo as mencionadas anteriormente.

O que se observa é que o aumento dos casos de câncer nessas áreas é alarmante. Em Barretos, por exemplo, houve um aumento de 63% nos casos entre

homens e 28% entre mulheres, no período de 2010 a 2019, conforme pode ser observado na Figura 12 (Brasil, 2022).

Figura 12 – Chuva de veneno – Agrotóxicos aplicados de avião em plantações de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo



Fonte: Freitas (2022) – Infografia: Alexandre Macedo/Repórter Brasil)

Diversas pesquisas têm apontado para a relação entre o uso de agrotóxicos e o aumento de casos de câncer em regiões como Ribeirão Preto e Batataias, no estado de São Paulo. Entre as instituições e fontes que contribuem significativamente para esse debate estão:

- **Defensoria Pública do Estado de São Paulo**, que desempenhou papel central na coleta de dados e elaboração de um estudo divulgado em 2021, que apontou uma possível associação entre a aplicação de agrotóxicos e o crescimento dos registros de câncer nessas localidades, com destaque para os impactos da pulverização aérea (Agência Pública, 2022).
- **Agência Pública**, que publicou uma reportagem detalhada sobre o tema, também em 2021, destacando que cerca de 30% dos produtos aplicados nas lavouras paulistas estão associados a riscos cancerígenos. O conteúdo traz dados concretos sobre a frequência e as formas de aplicação dos agrotóxicos, especialmente na monocultura da cana-de-açúcar (Agência Pública, 2022).
- **Brasil de Fato**, em sua cobertura jornalística, também abordou a temática ao enfatizar o aumento de casos de câncer relacionados à exposição a substâncias químicas usadas na agricultura. A matéria reforça o alerta de especialistas quanto aos riscos da pulverização aérea, sobretudo em áreas habitadas por populações vulneráveis (Brasil de Fato, 2022).

Esses estudos e reportagens convergem na denúncia dos impactos à saúde pública resultantes do modelo agrícola baseado em agrotóxicos. Além das evidências científicas que apontam a relação entre essas substâncias e o câncer, o problema adquire contornos ainda mais graves quando se insere no contexto do **racismo ambiental**. Comunidades historicamente marginalizadas, com menor acesso a serviços de saúde e infraestrutura, são desproporcionalmente expostas aos riscos da contaminação química.

Nesse cenário, a atuação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) tem sido alvo de críticas. A instituição questiona os critérios adotados por pesquisadores para classificar substâncias como o glifosato e o 2,4-D como cancerígenas. Tal postura, diante do acúmulo de evidências científicas, é vista por muitos como uma omissão grave. A ambiguidade da ANVISA compromete sua função de zelar pela saúde da população e expõe sua fragilidade frente aos interesses do agronegócio, sobretudo em detrimento das comunidades mais vulneráveis.

Atualmente, há uma série de estudos científicos robustos e amplamente reconhecidos sobre substâncias como a Atrazina e seus efeitos hormonais, problemas de tireoide, câncer de mama, próstata, linfoma e alterações hormonais (Pereira *et al.*, 2011); o câncer de mama e a exposição ao DDT (Mathur *et al.*, 2002; Muñoz-de-Toro *et al.*, 2006), e os efeitos tóxicos do glifosato no sistema nervoso (Costas-Ferreira; Durán; Faro, 2022).

Todo o material elencado documenta os efeitos nocivos desses agrotóxicos, não apenas no que se refere ao câncer, mas também no que concerne aos distúrbios endócrinos que comprometem a saúde reprodutiva e o desenvolvimento infantil. Ignorar essas evidências é uma afronta à ética científica e à proteção da vida.

A declaração do Ministério da Agricultura e Pecuária que garante a segurança das atividades aeroagrícolas com base nas bulas dos produtos, é uma tentativa de minimizar os riscos à saúde, desconsiderando o contexto mais amplo de contaminação e suas consequências. A relação entre agrotóxicos e racismo ambiental não pode ser ignorada (Brasil, 2024).

As comunidades marginalizadas, muitas vezes localizadas em áreas agrícolas, são desproporcionalmente afetadas pela exposição a esses produtos químicos. A falta de acesso a informações claras e transparentes, somada à insistência das autoridades em afirmar a segurança de substâncias comprovadamente prejudiciais, perpetua um ciclo de injustiça.

O que se observa é um desdém pelas vidas de milhões de pessoas que dependem da agricultura, e que, em muitos casos, são as primeiras a sofrer as consequências da contaminação. É imprescindível que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e o Ministério da Agricultura reavaliem suas posturas e considerem seriamente as evidências científicas sobre os efeitos nocivos dos agrotóxicos (Brasil, 2011; 1985).

Portanto, a saúde da população deve ser priorizada em detrimento de interesses econômicos e políticos. É preciso adotar medidas concretas que garantam a segurança e a saúde de todos, sem discriminação, que reconheçam e combatam o racismo ambiental que permeia as decisões sobre o uso de substâncias prejudiciais. A vida e a saúde não podem ser negociadas.

## 7 DISRUPTORES ENDÓCRINOS E O IMPACTO NO MEIO AMBIENTE

Mas pergunta aos animais, e eles te ensinarão; às aves do céu, e elas te farão saber; pergunta às plantas da terra, e elas te ensinarão; e os peixes do mar te contarão. Quem dentre todos estes não sabe que a mão do Senhor fez isto? Em suas mãos está a vida de todo ser vivente e o fôlego de todo ser humano. (Jó 12.7-10)

Na antiguidade, a escolha do melhor lugar para viver ou descansar era uma técnica bastante observada. O local da edificação de suas cidades era escolhido após, pelo menos, um ano de observação do estado de saúde dos animais que ali pastavam.

Os Tuaregues, povo nômade do continente africano, esperavam seus animais buscarem um local de descanso adequado para montarem as suas tendas e experimentarem um merecido descanso depois de uma longa jornada de trabalho. Observavam a direção do voo das abelhas, pois a existência de mel indicava terra fértil para plantar o trigo e amassar o pão; onde havia leite, havia animais saudáveis alimentando as suas crias<sup>12</sup>.

Todavia, com a chegada da revolução industrial, as fontes alimentares passaram a ser alteradas e processadas em larga escala, incorporando aromas artificiais, corantes e conservantes prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Infelizmente, até as abelhas perderam a direção dos seus voos (Peng *et al.*, 2014).

Os agrotóxicos, principalmente os inseticidas neonicotinóides, causam impactos negativos significativos na saúde das abelhas, afetando sua capacidade de polinização e comprometendo sua sobrevivência a longo prazo.

### 7.1 IMPACTOS NOS INSETOS

As pesquisas elencadas no Quadro 3 demonstram os efeitos causados após a pulverização aérea de agrotóxicos sobre as abelhas. Esses agrotóxicos, principalmente inseticidas neonicotinóides, têm impactos negativos significativos sobre a saúde das abelhas, comprometendo sua capacidade de polinizar e sobreviver a longo prazo. A empresa produtora do agrotóxico Neonicotinóide afirmou que:

[...] este produto foi considerado apto para uso nos cultivos registrados, seguindo as recomendações da bula; entretanto, não respondeu sobre a relação do agrotóxico produzido por ela com a mortalidade de insetos. [...] A

---

<sup>12</sup> Disponível em: <http://www.africanholocaust.net/peopleofafrica.htm#tuareg>. Acesso em: 25 set. 2021.

falta de formalização da apicultura impossibilita que “as usinas tenham conhecimento de sua existência e localização, portanto, impedindo que sejam determinadas como zonas de restrição no momento da aplicação. (UNICA, 2017)

Quadro 3 – Agrotóxicos e o impacto sobre a saúde das abelhas

Agrotóxico	Tipo	Impactos nas Abelhas	Autor(es)
Neonicotinóides	Inseticida sistêmico	Dano ao sistema nervoso, perda de orientação	Pisa <i>et al.</i> (2015); Woodcock <i>et al.</i> (2017)
Fipronil	Inseticida sistêmico	Disfunção no comportamento de forrageamento	Tosi <i>et al.</i> (2017)
Imidacloprida	Inseticida sistêmico	Redução da memória e capacidade de aprendizado	Goulson (2013); Van der Sluijs <i>et al.</i> (2013)
Clorpirifós	Inseticida organofosforado	Efeito neurotóxico, prejudica o desenvolvimento larval	Zhu <i>et al.</i> (2014)
Glifosato	Herbicida	Afeta a microbiota intestinal, reduzindo imunidade	Motta <i>et al.</i> (2018)
Tiametoxam	Inseticida neonicotinóide	Mortalidade elevada e diminuição na atividade de busca por alimento	Henry <i>et al.</i> (2012)
Clotianidina	Inseticida sistêmico	Redução na taxa de sobrevivência e na reprodução	Rundlöf <i>et al.</i> (2015); Cresswell (2011)
Sulfoxaflor	Inseticida	Disfunção do comportamento de forrageamento	Siviter <i>et al.</i> (2020)
Lambda-Cialotrina	Piretroide	Afeta a locomoção e reduz a resistência a patógenos	Peng <i>et al.</i> (2014)

Fonte: A autora

## 7.2 ALIMENTOS CONTAMINADOS E OBJETOS DE HIGIENE PESSOAL

A exposição aos disruptores endócrinos pode ocorrer sob diferentes formas, seja pelo contato direto no local de trabalho ou em casa, ou indireto, por meio da ingestão de água, ar ou alimentos contaminados e ao contato com o solo. No caso dos seres humanos, estima-se que mais de 90% dessas substâncias ambientais são absorvidas por via digestiva, principalmente por alimentos contaminados. (Reys, 2001).

Alguns desreguladores endócrinos são solúveis em gordura, assim, altos níveis dessas substâncias podem estar presentes em carne, peixe, ovos e derivados do leite.

Hartmann, Lacorn e Steinhart (1998) relataram a ocorrência de hormônios sexuais (17 $\beta$ -estradiol, estrona, testosterona e progesterona) em carnes (gado, porco, aves, peixe), leite e seus derivados, ovos e plantas (gramíneas e leguminosas).

A contaminação de alimentos também se deve ao fato de que alguns hormônios são aplicados na criação de animais e consumidos na alimentação humana, contudo, em grande parte dos países, essa prática está proibida (Peterson; Davis; Orndorff, 2000).

Adicionalmente, pesquisas demonstram que resíduos de bisfenol A podem ser encontrados em alguns alimentos humanos, em razão da migração das embalagens (Biles *et al.*, 1997).

Algumas frutas possuem maior concentração de agrotóxicos, como maçã, pêssego, laranja, melão, uva, cereja, pera, morango, melancia, tomate, banana e abacaxi. A seguir, o Quadro 4 apresenta alguns estudos que relacionaram a maior concentração de agrotóxicos a diversas patologias.

Quadro 4 – Patologias relacionadas aos agrotóxicos e frutas com maior concentração de agrotóxicos

Agrotóxico	Patologias	Frutas	Autores
Aldicarbe	Neurotoxicidade, transtornos endócrinos	Maçã, pêssego, laranja	Nascimento <i>et al.</i> (2017); Ramos <i>et al.</i> (2021)
Atrazina	Distúrbios hormonais, problemas de tireoide, câncer de mama, próstata, linfoma, alterações hormonais	Melão, maçã, uva	Pereira <i>et al.</i> (2011); Costa <i>et al.</i> (2018)
Carbamato	Transtornos neurológicos, infertilidade	Manga, uva, cereja	Gonçalves <i>et al.</i> (2019); Matos <i>et al.</i> (2022)
Clorpirifós	Distúrbios neurológicos, infertilidade	Maçã, pêra, cereja	Lima <i>et al.</i> (2014); Silva <i>et al.</i> (2019)

(Continua)

Quadro 2 – Patologias relacionadas aos agrotóxicos e frutas com maior concentração de agrotóxicos (Conclusão)

Agrotóxico	Patologias	Frutas	Autores
DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano)	Problemas hepáticos, câncer de mama, fígado, pâncreas, disruptor endócrino	Laranja, morango, melancia	Fonseca et al. (2010); Borges et al. (2014)
Endossulfam	Câncer de fígado, câncer de pulmão, transtornos endócrinos	Uva, manga, morango	Bernardes <i>et al.</i> (2015); Castro et al. (2017)
Fosmete	Transtornos de desenvolvimento fetal.	Tomate, banana, melão	Dias <i>et al.</i> (2013); Silva <i>et al.</i> (2015)
Glifosato	Disfunção hepática, problemas reprodutivos, Linfoma não-Hodgkin, disruptor endócrino potencial	Tomate, melancia, pêssego	Rodrigues <i>et al.</i> (2013); Santos <i>et al.</i> (2020)
Malathion	Transtornos neurodegenerativos, câncer de bexiga	Abacaxi, laranja, banana	Souza <i>et al.</i> (2016); Oliveira <i>et al.</i> (2018)
Paraquate	Problemas respiratórios, disfunção renal, câncer de pulmão	Pêssego, abacaxi, morango	Almeida <i>et al.</i> (2012); Carvalho <i>et al.</i> (2016)

Fonte: A autora

Outras fontes de exposição direta dos alquilfenóis estão relacionadas ao uso de produtos pessoais, como maquiagem, cremes, produtos para cabelo e banho (Birkett; Lester, 2003.). O bisfenol A é utilizado como revestimento de algumas latas de alimentos, enquanto os ftalatos são encontrados em outras embalagens e em brinquedos infantis (Wilkinson; Lamb, 1999).

### 7.3 CONTAMINAÇÃO NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE)

De acordo com Fürhacker, Scharf e Weber (2000), em razão de seu uso doméstico e industrial, o bisfenol A também pode ser encontrado no esgoto doméstico, efluente e lodo biológico de ETE. Ambos, bisfenol A e ftalatos, podem ser lançados no meio ambiente durante o processo de produção e pela lixiviação dos produtos finais.

Estrogênios naturais fazem parte da classe dos desreguladores endócrinos. Pesquisas demonstram que os estrogênios estrona e 17 $\beta$ -estradiol são os maiores responsáveis pela atividade estrogênica nos efluentes da Estação de Tratamento de Esgoto (Solé; Raldua; Barceló, 2003).

Vale ressaltar que, segundo Desbrow *et al.* (1998) e Jobling *et al.* (1998), os efluentes de ETE são importantes fontes de lançamento de substâncias estrogênicas no ambiente aquático.

Outros estudos demonstram que os estrogênios naturais (17 $\beta$ -estradiol e estrona) e sintéticos (17 $\alpha$ -etinilestradiol) são responsáveis pela maior parte da atividade estrogênica detectada em efluentes de ETE no Reino Unido e Alemanha (Pawlowski *et al.*, 2003). Os estrogênios estrona, 17 $\beta$ -estradiol e 17 $\alpha$ -etinilestradiol merecem atenção especial, pois são diariamente excretados no esgoto e não são completamente removidos nas ETE (Ternes; Kreckel; Mueller, 1999).

Os estrogênios naturais são excretados na urina por mulheres, animais do sexo feminino e, em menor quantidade, por homens na forma de conjugados polares inativos, predominantemente como glicuronídeos e sulfatos. Porém, pesquisas demonstram que esses estrogênios são encontrados nas ETE na forma livre, sugerindo que ocorrem reações de transformação dessas substâncias e não são completamente removidos (Ternes; Kreckel; Mueller, 1999).

Outros estudos também apontam a detecção de DE em águas superficiais e subterrâneas, sedimentos marinhos, solos, efluentes e lodo biológico de estações de tratamento de esgoto, além de água potável e esgoto sanitário (Cunha *et al.*, 2017; Aquino; Brandt; Chernicharo, 2013; Bila; Dezotti, 2007).

Segundo Cunha *et al.* (2017), os estrogênios naturais e sintéticos se destacam por serem excretados diariamente pela urina de humanos e animais, estando amplamente presentes no esgoto doméstico (Brandt, 2012). Além disso, substâncias como pesticidas, ftalatos, alquilfenóis, bifenilas policloradas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos também têm recebido atenção devido à sua capacidade estrogênica e à constante presença em amostras de águas naturais e de esgoto, tanto bruto quanto tratado (Aquino; Brandt; Chernicharo, 2013).

No Brasil, os DE mais frequentemente detectados são o nonilfenol (4NP) e o bisfenol A (BPA), com concentrações que atingem 1.800 ng/L e 13.016 ng/L, respectivamente, em águas naturais. Além desses, os hormônios estradiol (E2) e etinilestradiol (EE2), oriundos predominantemente de esgoto sanitário, também foram identificados em diversos estudos (Lima *et al.*, 2017). A presença desses compostos decorre da ineficiência dos sistemas convencionais de tratamento utilizados em ETE e ETA, permitindo sua permanência no meio aquático (Daniel; Lima, 2014; Brandt, 2012; Chen *et al.*, 2007).

Dessa forma, as matrizes ambientais, especialmente as fontes de captação de água para consumo humano, podem estar sujeitas à contaminação contínua por essas substâncias (Grover *et al.*, 2011). A identificação e a quantificação dos DE são processos complexos, trabalhosos e de alto custo, o que dificulta seu monitoramento. Ademais, assim como ocorre com os fármacos, ainda não existem diretrizes ou regulamentações que estabeleçam limites de lançamento para esses contaminantes (Azevedo *et al.*, 2020).

Estudos demonstram que outros desreguladores endócrinos, tais como os nonilfenóis etoxilados, nonilfenol, octilfenol, HAP, bisfenol A e pesticidas, também foram identificados em efluentes de ETE e águas superficiais e subterrâneas (Boyd *et al.*, 2003). Compostos orgânicos contendo estanho (TBT e TPT) foram detectados em águas superficiais e sedimentos marinhos no litoral do Brasil. O TBT acumula-se nos sedimentos em concentrações em média três mil vezes maiores que as detectadas na água (Fernandez, 2002).

### **7.3.1 Contaminação no ar e na poeira residencial**

Recentemente, ftalatos, HAP, PCD, alquilfenóis e seus metabólitos, pesticidas e retardadores de chama bromados foram encontrados no ar e na poeira de residências (Rudel *et al.*, 2003), portanto, outra via de contaminação pode ser a respiratória.

### **7.3.2 Contaminação nos chorumes de aterros sanitários**

Uma quantidade considerável de produtos industrializados potencialmente prejudiciais à saúde dispostos diretamente no solo ou em aterros sanitários. Consequentemente, alguns desreguladores endócrinos, como PCDD, PCDF, bisfenol A, nonilfenol, octilfenol e 17 $\alpha$ -etinilestradiol, além de alguns ftalatos e pesticidas, foram encontrados no chorume de aterros sanitários (Fujii *et al.*, 2007).

No lixo domiciliar há disruptores endócrinos. Teves (2001) indica com clareza que mercúrio e chumbo foram encontrados no lixo coletado em São Paulo-SP, e Sisino e Oliveira (2003) comprovam que há cádmio, chumbo, manganês e mercúrio no chorume captado em aterros e lixões, áreas que recebem todo o lixo coletado das cidades.

### **7.3.3 Organismos marinhos e composto orgânicos**

Fernandez *et al.* (2002) relatam a exposição de organismos marinhos a compostos orgânicos contendo estanho, o tributilestanho (TBT) e o trifenilestanho (TPT) no litoral do Brasil (Rio de Janeiro e Fortaleza), e o desenvolvimento de caracteres sexuais masculinos em fêmeas de moluscos, fenômeno conhecido como "imposex" (Koifman; Meyer, 2002).

### **7.3.4 Bacia hidrográfica**

Torres *et al.* (2002) investigaram a concentração e o destino de pesticidas, bifenilas policloradas (PCB) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP) na bacia hidrográfica Paraíba do Sul/Guandu, importantes reservatórios de água utilizados no abastecimento da população. Os resultados indicaram que poluentes industriais, principalmente os HAP, foram encontrados na água e em sedimentos marinhos.

### **7.3.5 Répteis e peixes**

De acordo com Guillette *et al.* (1996), Guillette *et al.* (1999) e Milnes *et al.* (2002), espécies de crocodilos jovens que viveram em lagos da Flórida poluídos apresentaram anomalias no sistema reprodutivo, como concentrações anormais de hormônios sexuais no plasma (baixa concentração de testosterona) e anomalias morfológicas nas gônadas (redução no tamanho do pênis).

A feminização de peixes, entre outros problemas relacionados aos DE, foram citados na literatura: diminuição na eclosão de ovos de peixes e tartarugas; problemas no sistema reprodutivo de répteis, alterações no sistema imunológico de mamíferos marinhos (Sumpter, 1998).

A causa dessas anomalias pode estar relacionada à presença de substâncias estrogênicas e anti-andrógenas. O principal poluente encontrado nesses animais foi o DDE, o metabólito mais persistente do DDT (Guillette *et al.*, 1999).

### **7.3.6 Anomalias em moluscos**

Alguns moluscos (caramujos e lesmas) que vivem no litoral brasileiro desenvolveram anomalias no sistema reprodutivo resultantes da exposição ao TBT.

Esses compostos orgânicos contendo estanho, oriundos da tinta dos cascos das embarcações, estão provocando o surgimento de órgãos masculinos em fêmeas, fenômeno conhecido como imposex (imposição sexual), que é irreversível e provoca a esterilização das espécies, podendo causar declínio considerável nas populações de espécies mais sensíveis.

Essas substâncias interferem na síntese da testosterona (hormônio masculino), causando um aumento na sua produção nas fêmeas. Essa alteração hormonal faz surgir estruturas sexuais masculinas não funcionais, mantendo-se, porém, a anatomia interna do organismo (Fernandez *et al.*, 2002).

### **7.3.7 Pássaros**

Efeitos adversos no sistema reprodutivo de pássaros também podem estar relacionados à exposição aos desreguladores endócrinos como pesticidas (DDT, dicofol) e PCB. Foram observadas anomalias em embriões machos e fêmeas, como por exemplo, a feminização dos machos (Fry, 1995) e a diminuição na eclosão de ovos de pássaros (Sumpter, 1998).

### **7.3.8 Água potável**

A água potável é outra significativa fonte de exposição a desreguladores endócrinos. As águas superficiais e de subsolo, principais fontes de água potável, podem ser contaminadas pela infiltração de substâncias químicas através do solo, na agricultura ou mesmo em áreas urbanas, ou no descarte de efluentes industrial e doméstico, sendo que muitas dessas substâncias não são removidas pelos processos convencionais de tratamento de água.

Estudos demonstraram que o esterco animal afeta a qualidade das águas superficiais e de subsolo. Peterson, Davis e Orndorff (2000) discorrem sobre a presença de 17 $\beta$ -estradiol (6 a 66 ng L<sup>-1</sup>) em águas subterrâneas próximas a áreas com alta densidade de criação de animais.

Segundo Casey *et al.* (2003), os estrogênios são naturalmente excretados pelos animais ou são administrados como promotores de crescimento, no entanto, essa prática não é mais utilizada em muitos países. Estrogênios naturais também são encontrados em águas naturais, no solo e lodos biológicos em várias partes do mundo.

Esses estrogênios são, naturalmente e diariamente, excretados na urina humana e, assim, descartados no esgoto doméstico (Belfroid *et al.*, 1999; Lopéz de Alda; Barceló, 2001).

O monitoramento da presença de DE no meio ambiente tem sido realizado em inúmeras pesquisas, no mundo todo. No ambiente aquático, essas substâncias são encontradas nas águas superficiais e de subsolo, sedimentos marinhos, solo, efluentes e lodo biológico das ETE e água potável. São continuamente introduzidos no meio ambiente em concentrações detectáveis e podem afetar a qualidade da água, a saúde dos ecossistemas e, potencialmente, impactar o suprimento de água potável.

### **7.3.9 Rios e solo contaminados por produtos farmacológicos (PF)**

O avanço tecnológico na medicina e na indústria farmacêutica foi, e continua sendo, inegavelmente significativo para a saúde, possibilitando o controle e o tratamento de diversas doenças. Entretanto, o uso crescente e indiscriminado de medicamentos tornou-se uma questão de saúde pública, sanitária e ambiental.

O descarte inadequado e o acúmulo de resíduos farmacêuticos em corpos d'água estão entre os problemas mais preocupantes. Esse fenômeno é intensificado pelo modelo econômico vigente e pelo sistema de assistência à saúde, que se concentra amplamente na farmacoterapia (Lima, 2010; Hensher, 2017).

A contaminação dos recursos hídricos por medicamentos pode gerar sérias consequências ecológicas e afetar diretamente a saúde das populações. Os mananciais de água não são isolados; eles fazem parte de sistemas dinâmicos, nos quais a contaminação pode se espalhar por vastas regiões, tornando difícil a identificação da origem específica dos poluentes. Grandes rios, por exemplo, podem ser impactados por atividades agrícolas intensivas e pelo despejo de efluentes urbanos.

A presença desses DE no meio ambiente pode representar um risco para os ecossistemas e, direta ou indiretamente, para o homem, visto que, ao contrário da maioria dos poluentes, os PF foram desenvolvidos para atuar especificamente no corpo humano, em concentrações muito baixas.

Os fármacos são considerados a principal via de entrada de microcontaminantes no ambiente por serem imprescindíveis para o restabelecimento da saúde e melhoria da qualidade de vida; são consumidos em grande quantidade e

podem ser potencialmente capazes de provocar danos adversos ao meio ambiente, como estabilidade e persistência por longos períodos, e à saúde humana (Souza, 2019; Carvalho Filho *et al.*, 2018; Sim; Lee; Oh, 2010).

Segundo Weber *et al.* (2014), a indústria farmacêutica chega a produzir, por ano, aproximadamente 100.000 toneladas de fármacos e mais de 4.000 princípios ativos diferentes usados na medicina em nível mundial. Os DE vêm chamando a atenção da comunidade científica em razão de sua capacidade de interferir no sistema endócrino de humanos e animais e, com isso, afetar a saúde, o crescimento e a reprodução (Bila; Dezotti, 2007).

A identificação e quantificação dos disruptores endócrinos são processos complexos, trabalhosos e custosos, o que dificulta seu monitoramento. Assim como ocorre com diversos fármacos, ainda não existem diretrizes ou regulamentações específicas que estabeleçam limites para o lançamento desses contaminantes no meio ambiente (Azevedo *et al.*, 2020). Logo, é importante investir em pesquisas que avaliem a presença e a remoção desses compostos nas diferentes matrizes ambientais, com o objetivo de minimizar os riscos da exposição tanto para os seres humanos quanto para o meio ambiente.

Cerqueira *et al.* (2014) investigaram a presença de 27 compostos, sendo 21 fármacos. Os resultados obtidos do lodo não revelaram nenhum fármaco, somente a benzofenona-3 (filtro solar de origem sintética), em virtude da sua lipoficidade.

Arruda (2021) investigou a ocorrência de 24 microcontaminantes em águas de abastecimento público no estado de Goiás. As coletas foram realizadas em dois períodos (seco e chuvoso) na água bruta (AB), água filtrada (AF), água clorada (AC) e no sobrenadante da lagoa de sedimentação do lodo (AL).

Os contaminantes que apresentaram maior ocorrência nas amostras foram o BPA (94,44%), LST (83,33%), LRT (66,67%), GEN (52,78%) e 4OP (36,11%). O estudo verificou que, além da presença dos compostos na água bruta (AB), o lançamento do sobrenadante da lagoa de sedimentação do lodo (AL) no manancial pode caracterizar-se como uma nova fonte de poluição, podendo agravar ainda mais a qualidade da água.

Os resultados encontrados apontam que, nas concentrações encontradas, os contaminantes apresentaram baixo risco à saúde humana pelo consumo de água tratada. Nos Estados Unidos, Stackelberg *et al.* (2007) analisaram a eficiência de uma ETA na remoção de 113 compostos orgânicos (fármacos, PCP, plastificantes, entre

outros), após as etapas de clarificação, desinfecção com cloro e filtração por carvão ativado granulado (CAG).

Foram detectados 34 compostos em amostras de lodo sedimentado e/ou na água de lavagem do filtro, entre eles, os fármacos carbamazepina e fluoxetina, o inseticida carbazol e o antisséptico triclosan. Buchberger (2007) identificou a presença de alguns analitos, como as tetraciclinas – um grupo de antibióticos naturais ou semissintéticos – em amostras sólidas do sistema de abastecimento de água.

Na China, Li *et al.* (2018) investigaram a ocorrência de 21 antibióticos distribuídos em quatro grupos – fluoroquinolonas (FQ), sulfamidas (AS), cloranfenicóis (CHLO) e macrolídeos (ML) – em duas estações de tratamento de água, considerando diferentes períodos sazonais.

Os compostos foram analisados no lodo após os processos de floculação e sedimentação. Durante o período chuvoso foram detectados os seguintes grupos e substâncias: sulfametoxazol (SA); eritromicina, trombicina e roxitromicina (ML); e levofloxacina e enrofloxacina (FQ). No período seco foram encontrados sulfisoxazol (SA), eritromicina (ML) e norfloxacina, enoxacina e nadifloxacina (FQ).

Nenhum fármaco do grupo dos cloranfenicóis (CHLO) foi identificado. As concentrações totais de antibióticos no lodo variaram entre 44 ng/g no período chuvoso e 510 ng/g no período seco. A presença desses microcontaminantes nos resíduos não deve ser interpretada como uma remoção efetiva pela estação de tratamento de esgoto, mas como uma transferência de fase, uma vez que tanto o lodo quanto o efluente requerem tratamento adicional antes de sua disposição final (Semblante *et al.*, 2015; Kraemaer, 2016).

Diante do exposto, torna-se relevante a investigação sobre os microcontaminantes nos resíduos gerados pelas ETA, pois além de não existir regulamentação quanto à sua presença, o descarte desses resíduos pode ser outra fonte de contaminação do meio ambiente e da saúde humana.

Dentre os PF, muitos compostos são indicados como analgésicos, antiinflamatórios e antitérmicos. Diclofenaco e ibuprofeno desempenham tais funções por serem poderosos agentes não esteroides usados no combate à febre e para o alívio de dores em geral. O diclofenaco, especificamente, é um fármaco bastante utilizado na forma sódica (sal de sódio), recalcitrante e altamente estável sob as condições de operação utilizadas em ETE.

Observa-se que o consumo de medicamentos no mundo aumentou significativamente nos últimos anos, sobretudo os vendidos sem prescrição médica. Desde então, muitos fármacos têm sido encontrados no meio ambiente com o auxílio de métodos analíticos cada vez mais sensíveis, capazes de detectar concentrações na ordem de nanogramas por litro (ng/L).

Os estudos realizados por Raimundo (2007) revelam o nível de concentração desses compostos no meio, sua origem, destino e efeitos adversos. Dentre os principais produtos farmacêuticos, os mais abundantes no meio são o ibuprofeno, o diclofenaco, o paracetamol e o ácido acetilsalicílico.

No corpo humano, essa substância sofre a inversão quiral para a forma R, que é mais dificilmente degradada quando lançada nos efluentes. O dado em questão é importante na análise da toxicidade desse composto frente aos organismos aquáticos, visto que grandes quantidades são excretadas e a possibilidade de intervenção no sistema endócrino é confirmada cientificamente (Ghiselli<sup>13</sup>, 2008 *apud* Silva, 2016).

Daughton e Ternes (1998), por sua vez, relatam mais de cinquenta tipos de desreguladores endócrinos identificados em efluentes, águas superficiais e subterrâneas, e menos frequentemente em água potável.

Além desses estudos, há mais de trinta anos, suspeitava-se que alguns compostos, especialmente cafeína e ácido acetilsalicílico (AAS), poderiam adentrar no meio ambiente por várias rotas, como por exemplo, a partir de efluentes industriais ou esgotos domésticos tratados e não tratados (Ghiselli, 2008).

Em relação ao lodo das ETA, a investigação desses microcontaminantes é bastante reduzida e, no Brasil, somente Moracci (2008) e Soares (2015) detectaram a presença de agrotóxicos em lodo de estações de tratamento da água.

---

<sup>13</sup> GHISELLI, Gislaine. **Avaliação da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público na região de Campinas: ocorrência e determinação dos interferentes endócrinos (IE) e produtos farmacêuticos e de higiene pessoal (PFHP)**. 2008. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

## 8 VOZES SILENCIADAS E RESISTÊNCIA: SEMENTES QUE NÃO SE CALAM

Resistir é bordar ciência com fio de escuta. É reconstituir mundos a partir das margens. É escrever com a coragem de quem sabe que há vidas por trás dos dados e que toda verdade que não toca a pele do mundo é apenas cálculo. (Tolloto, 2024)

A expressão “vozes silenciadas” remete às populações historicamente vulnerabilizadas pelos efeitos desiguais do racismo ambiental e da exposição a disruptores endócrinos, cujas experiências são frequentemente invisibilizadas nas estatísticas, nas políticas públicas e na própria produção científica. Todavia, esse silenciamento não se restringe somente às comunidades afetadas, pois também atinge profissionais da saúde e pesquisadores que ousaram denunciar os riscos causados por essas substâncias e resistir às pressões de políticas e interesses econômicos hegemônicos.

Suas trajetórias ilustram como o saber científico crítico, ao confrontar estruturas de poder, pode ser marginalizado, censurado ou desacreditado, reforçando os mecanismos de invisibilização. Suas palavras, como sementes lançadas em solo árido, seguem resistindo, mesmo quando abafadas, porque há verdades que não se calam – apenas esperam o tempo certo para florescer.

Neste capítulo, ecoam as vozes corajosas de Rachel Carson (1962) e, na linha do tempo, estão Benjamin Chavis (1982), que cunhou o termo “Racismo Ambiental”; e Samuel Epstein (1990) e Tyrone Hayes (2002), que se recusaram a permanecer em silêncio diante das injustiças sociais e dos danos ambientais (Figuras 14 e 15).

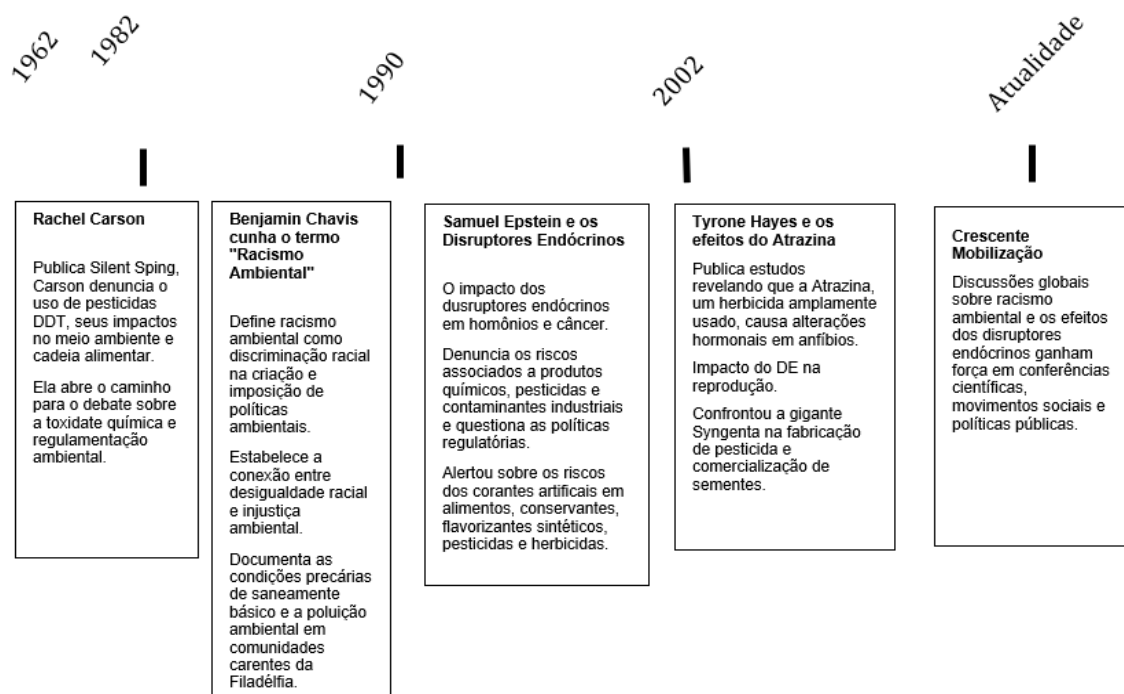
Em um mundo onde o clamor por justiça, muitas vezes, é sufocado pelo ensurdecido silêncio da indiferença, essas vozes resplandecem como faróis de esperança, iluminando os caminhos da transformação e da consciência.

Figura 13 – Espiral do tempo: vozes silenciosas



Fonte: Tolloto (2024)

Figura 14 – Linha do tempo: vozes que ecoaram no silêncio, após Rachel Carson



Fonte: Tolloto (2024)

## 8.1 UM TRIBUTO À RACHEL CARSON – A VOZ QUE SE RECUSOU A PERMANECER EM SILÊNCIO

No turbilhão do século XX, uma voz solitária ergueu-se contra o silêncio ensurdecedor que envolvia nosso mundo. A pesquisadora, ecologista e bióloga

marinha norte-americana Rachel Carson, uma visionária destemida, começou sua jornada rumo à compreensão dos perigos dos pesticidas sintéticos (Lytle, 2007).

Em 1958, a pesquisadora recebeu uma carta de sua amiga Olga Huckins (1900-1968), uma jornalista preocupada com silenciosa tragédia que se desenrolava em seu próprio quintal. Relatos de pássaros mortos, vítimas das pulverizações aéreas de Diclorodifeniltricloroetano (DDT), ecoaram por meio das palavras de Huckins, lançando Carson em uma jornada de descoberta e conscientização sem precedentes (Carson, 2012).

Quando decidiu pesquisar a questão dos agrotóxicos, a bióloga marinha já era uma escritora conhecida nos Estados Unidos, graças ao sucesso de seus três livros sobre os oceanos: *Sob o mar-vento* (1941), *O mar que nos cerca* (1951) e *Beira-mar* (1955). A trilogia permitiu que ela deixasse um emprego público na Secretaria de Pesca Federal para se dedicar totalmente à escrita, sua grande paixão.

À medida que se aprofundava na investigação dos efeitos dos pesticidas, Carson testemunhou a devastação que o DDT e outros produtos químicos similares causavam ao meio ambiente. Ao longo de mais de uma década, relatos alarmantes de contaminação da água e do solo, juntamente com a morte indiscriminada de inúmeras espécies, incluindo pássaros e predadores naturais das pragas, começaram a surgir. Logo, a pesquisadora percebeu que o DDT, além de atingir diretamente seu alvo, permeava todo o ecossistema, ameaçando a vida em todas as suas formas.

Inicialmente, o DDT foi desenvolvido como um instrumento de guerra para controlar doenças transmitidas por insetos durante a Segunda Guerra Mundial, porém, novos usos foram encontrados, dentre eles, a aplicação nas infestações de pediculose (piolhos em humanos), na agricultura pós-guerra, mas com consequências catastróficas para a saúde (Souza, s.d.).

Foi nesse cenário de desolação que Carson testemunhou a primeira manifestação dos disruptores endócrinos, que distorciam o equilíbrio hormonal dessas aves majestosas, revelando um mundo onde alguns pássaros não mais entoavam suas melodias celestiais. Em vez disso, eram testemunhas silenciosas de uma sinfonia interrompida, suas vozes sufocadas pelos ecos de uma contaminação desenfreada.

Entre as penumbras da dissonância ambiental, algumas aves, outrora símbolos da liberdade e vitalidade, tornaram-se hermafroditas e não mais emitiam seus cantos

do acasalamento, vítimas do desequilíbrio hormonal, um eco trágico das interferências humanas (Rust, 2010).

Ao testemunhar o silêncio das primaveras, antes tão vibrantes com o canto dos pássaros, Carson sentiu urgência em dar voz à tragédia iminente. Assim, uma década depois do recebimento daquela carta, nasceu sua obra-prima, intitulada "Primavera Silenciosa" (Carson, 1962), que desvenda os segredos sombrios dos pesticidas e alerta para os perigos iminentes que ameaçam toda a vida na Terra

A carta de Olga Huckins, portanto, serviu não apenas para despertá-la para uma crise ambiental iminente, mas também desencadeou uma revolução na consciência ambiental global, cujos ecos reverberam até os dias de hoje.

Além de mostrar como o DDT se acumulava na cadeia alimentar e poderia causar câncer, o livro foi um dos primeiros relatos sobre a relação da presença de DDT no ambiente e o declínio da população de algumas espécies de animais, principalmente as aves e animais aquáticos.

Carson constatou que os pesticidas ameaçavam filhotes de águia, papos-roxos, andorinhas, melros e outros pássaros de duas formas: as aplicações de pesticidas causavam sua morte ou prejudicavam sua reprodução, já que o veneno agia nas células reprodutoras dessas espécies. Essa era a "primavera silenciosa" que ela queria evitar: uma estação sem pássaros.

A publicação de seu livro deu início à supervisão do uso do DDT, ampliando a conscientização sobre os riscos dos pesticidas, e foi decisiva para a proibição do uso do produto tanto pelos EUA, em 1972, quanto pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 1982).

Esse foi o primeiro passo de uma jornada épica, em que cada descoberta lançava luz sobre um novo mistério e cada reviravolta revelava uma verdade mais profunda. Carson sabia que o tema era polêmico e poderia provocar reações negativas dos fabricantes de pesticidas.

Para precaver-se das acusações, pesquisou exaustivamente e entrou em contato com cientistas de diferentes países, formando uma rede internacional de colaboradores.

Enquanto a população lhe enviava inúmeras cartas de apoio, os fabricantes de pesticidas se uniram para desacreditá-la, juntamente com seus colaboradores. Cientistas comprometidos com a produção de agrotóxicos publicaram artigos questionando a legitimidade do livro e outros a atacaram com argumentos

preconceituosos, chamando-a de “freira da natureza”, “solteirona” e “feiticeira”, insinuando que deveria se calar apenas pelo fato de ser mulher (Pereira, 2012).

O livro cativou o então presidente norte-americano, John Kennedy, que ordenou investigações minuciosas sobre a veracidade das declarações da autora acerca do envenenamento causado pelas pulverizações do pesticida DDT. Segundo Serpa (2012), também durante seu mandato a vice-presidente dos Estados Unidos, de 1993 a 2001, Al Gore adornava sua sala na Casa Branca com apenas uma imagem de destaque: a fotografia de Rachel Carson. Ele a apontava como uma influência significativa, em razão de seu comprometimento com a defesa do meio ambiente.

Carson foi reconhecida pela revista Time como uma das 100 pessoas mais influentes do século XX, e sua obra é considerada o livro mais influente dos últimos 50 anos nos Estados Unidos e no mundo (Sallum, 2012).

A partir de uma linguagem que mesclava ciência com habilidade literária, para aproximar o conhecimento científico do público leigo, “Primavera silenciosa” teve impacto instantâneo: ficou mais de dois anos nas listas dos livros mais vendidos e, logo, repercutiu mundialmente.

Para Carson, a humanidade estava em guerra com a natureza. Trilhando um caminho equivocado, começava a sofrer um tipo de risco introduzido pelo próprio ser humano. Em nome do progresso científico, os agrotóxicos eram anunciados como a maneira mais moderna de erradicar pragas na agricultura e, com isso, resolver o problema da fome no mundo.

Essa “promessa”, entretanto, não foi cumprida: os insetos se tornaram resistentes aos venenos e o número de pessoas ameaçadas pela fome chegou a 281 milhões em 2023 – recorde então jamais registrado pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), ou Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação.

Em sua obra, Carson adotou uma linguagem acessível para evidenciar como o DDT se infiltra na cadeia alimentar, alcançando todos os seres vivos, mostrando que as aplicações desse pesticida, além de eliminarem as “pragas” existentes, afetavam muitas outras espécies.

A pesquisadora denunciou a poluição das águas em geral e destacou a demora do DDT para degradar-se no ambiente. Ao criticar o uso de agrotóxicos, um tema essencial foi abordado: a relação entre as pessoas e a natureza. A “Primavera

Silenciosa", sem o canto dos pássaros e a vitalidade da vida, era algo que a bióloga buscava prevenir com o alerta presente em seu livro.

Enquanto isso, Carson enfrentava uma batalha pessoal contra o câncer de mama. Seu trabalho foi temporariamente interrompido durante o tratamento com radioterapia. Mesmo diante das adversidades, após quatro anos de incansável dedicação, a primeira versão de sua obra viu a luz do dia e sua história silenciosa foi publicada, em fascículos, em junho de 1962, na revista *New Yorker*. O livro foi lançado em setembro do mesmo ano.

Apesar desse fogo cruzado – as difamações e o avanço do câncer –, Rachel Carson depôs no Senado dos Estados Unidos e participou de debates e de programas na televisão, divulgando os perigos dos agrotóxicos para a saúde humana e para o ambiente. Tragicamente, a doença prevaleceu sobre a brilhante bióloga. Carson partiu deste mundo em 1964, aos 56 anos de idade, sem ter a oportunidade de testemunhar os profundos e duradouros efeitos de suas palavras nas décadas que se seguiram (Documentário premiado: Faleceu a escritora R. Carson, 1964, p. 15).

É possível questionar se a causa da doença estaria relacionada ao fato de ela mesma viver em ambiente contaminado pelo DDT<sup>14</sup>, comprovadamente um disruptor endócrino, gerador de câncer, entre outras patologias; ou se o estresse emocional causado pelos ataques pessoais e suas investigações, que silenciaram não somente a primavera, mas a própria vida da pesquisadora, teria se agregado a essa causa.

Figura 15 – Menina pulverizada com DDT na Alemanha, em 1945, como part de um programa para matar piolhos

---

<sup>14</sup> Sobre o DDT, vale assinalar que ele foi sintetizado em 1874, na Alemanha, mas suas propriedades inseticidas só foram descobertas em 1939 pelo químico suíço Paul Hermann Müller (1899-1965), quando o composto foi empregado com sucesso no combate a insetos (piolhos, mosquitos e outros) transmissores de doenças, como tifo, malária, febre amarela etc. O mesmo composto foi empregado em pessoas pelo Nazismo nos campos de concentração e extermínio, e continuou sendo utilizado no Brasil para erradicar piolhos no couro cabeludo (Figura 13). Apesar desses fatos, em 1948, Müller recebeu o prêmio Nobel de Medicina. Após a Segunda Guerra Mundial, o DDT começou a ser usado no combate aos insetos que atacavam culturas agrícolas, mas em pouco mais de uma década, começaram a ser noticiados episódios de contaminação da água e do solo, além da morte de animais. Somente no final da década de 1960, o composto começou a ser banido de vários países, iniciando pela Hungria (1968), Noruega e Suécia (1970), e Alemanha e Estados Unidos (1972). Hoje, a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, assinada por cerca de 180 países, restringe o uso do composto a casos especiais de controle de vetores de doenças. No Brasil, a fabricação, importação, exportação, manutenção em estoque, comercialização e uso do DDT só foram proibidos em 2009, mas a permissão do uso de iscas formicidas à base de aldrin e dodecacloro, e de cupinicidas à base de aldrin para reflorestamento foram mantidas (Brasil, 1985).



Fonte: Otis Historical Archives/ National Museum of Health & Medicine – CC BY 2.0

Em 1962, o DDT foi chamado de elixir da morte por Rachel Carson, devido à redução da população de determinadas aves (Carson<sup>15</sup>, 1962 *apud* Baird, 1995). Em 1970, o livro “Primavera Silenciosa” alcançou prestígio mundial e, alertando sobre os perigos do pesticida DDT, a obra levou à população norte-americana uma preocupação ambiental sem precedentes, culminando com a proibição da substância nos EUA em 1972.

Mesmo após 50 anos, o livro de Carson permanece relevante. As palavras da pesquisadora podem nos ajudar a repensar nossos valores e nosso modo de vida, impostos pelo sistema colonial, racista e capitalista dominante em nossas sociedades. A obra foi considerada um marco no movimento ambientalista, impulsionando a recém-adquirida consciência ambiental e, até os dias atuais, continua sendo uma referência teórica e um ponto de debate em saúde pública, envolvendo médicos, cientistas ambientais e profissionais da saúde. A cada leitura, é possível reconsiderar a relação entre a humanidade e a natureza, promovendo uma reflexão profunda sobre a inseparabilidade entre saúde pública e meio ambiente.

Dia a dia, somos desafiados a extrair as valiosas lições oferecidas pelas palavras de Carson. Anos haviam se entrelaçado em um mundo que despertava lentamente quando os sussurros de seu legado começaram a agitar os corredores do poder.

Era um tempo de despertar, uma realização que ecoava pelos corredores do Congresso, onde as primeiras leis ambientais foram sussurradas à existência. A Lei

---

<sup>15</sup> CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. Tradução de José J. Veiga. São Paulo: Gaia, 2000.

de Política Nacional Ambiental (NEPA) nasceu da incansável busca por um equilíbrio entre o homem e o meio ambiente, um testemunho dos ecos duradouros do apelo da pesquisadora.

Em meio a essa crescente conscientização, um guia para o futuro foi estabelecido: a Agência de Proteção Ambiental (EPA) ergueu-se como uma esperança para aqueles que acreditavam na pureza do ar, da água e da terra. Essa nova guardiã simbolizava mais do que uma agência – era uma promessa, um voto solene de proteger os próprios elementos que sustentam a vida.

Nesse período, Rachel Carson não era apenas uma memória, mas um farol que guiava a incessante busca por harmonia entre a humanidade e a natureza. Seu legado, outrora confinado às páginas de seus trabalhos, agora insuflava vida nas leis da terra. Cada palavra legislativa e cada medida protetora cantavam como a primavera silenciosa preanunciada, agora não mais silenciosa, mas ressonante com a voz da mudança.

## 8.2 TYRONE HAYES: A VOZ QUE ECOOU NA RESISTÊNCIA DOS INTERESSES DA INDÚSTRIA DE AGROTÓXICOS

Tyrone Hayes, um renomado biólogo e herpetologista, dedicou grande parte de sua carreira ao estudo dos efeitos do herbicida atrazina, amplamente utilizado na agricultura, em anfíbios, especialmente em sapos. Trata-se do exemplo notável de um cientista, cujas descobertas sobre os efeitos dos disruptores endócrinos e contaminação ambiental foram suprimidas.

Hayes era considerado um dos melhores professores da Universidade de Berkeley, Califórnia, e uma das grandes promessas do meio acadêmico e científico. Estabelecido no laboratório de biologia daquela Universidade, recebeu um convite da Syngenta Group, especializada em agricultura tecnológica, para pesquisar sobre o herbicida atrazina, uma criação da própria empresa.

Com uma extensa bagagem de estudos sobre o sistema endócrino dos anfíbios, o cientista aceitou o desafio, mas seu encontro com a Syngenta rapidamente se transformou em um duelo de interesses. Em 1998, Hayes iniciou uma pesquisa que desvendou as implicações perturbadoras sobre os efeitos dos produtos do grupo no meio ambiente, especialmente de um herbicida amplamente utilizado que mostrou ser potencialmente prejudicial para a vida aquática.

Suas pesquisas revelaram que a exposição à atrazina estava associada a uma série de efeitos adversos nos sapos, incluindo deformações genitais, distúrbios hormonais e mudanças no comportamento reprodutivo. Contudo, suas descobertas encontraram resistência por parte da indústria agroquímica, que tentou desacreditar seus estudos e minar sua reputação.

Hayes enfrentou uma série de desafios, incluindo ameaças legais e ataques pessoais, em uma tentativa de silenciar suas preocupações sobre os impactos da atrazina e de outros produtos químicos no meio ambiente e na saúde humana. Apesar dessas adversidades, ele continuou a defender suas descobertas e a promover a conscientização sobre os perigos dos disruptores endócrinos e da contaminação ambiental.

O cientista logo constatou que a atrazina não apenas interferia, mas muitas vezes inibia completamente o desenvolvimento sexual dos sapos, revelação que não foi bem recebida pela empresa. Diante desse achado, a Syngenta Group empenhou-se, de todas as formas, para conter a divulgação dos resultados, chegando ao ponto de tentar adquirir os dados da pesquisa para mantê-los em segredo. Hayes, no entanto, não se deixou intimidar pelas pressões corporativas e, movido por uma inquebrantável curiosidade científica, decidiu prosseguir com suas investigações sobre os efeitos da atrazina nos anfíbios por conta própria.

O embate entre o cientista e a gigante corporativa foi inevitável, marcando o rompimento definitivo de suas relações no ano 2000.

Distante de ser motivado somente pelo lucro, o pesquisador mergulhou ainda mais em seus estudos, determinado a desvendar os segredos por trás dos efeitos perturbadores da atrazina. Sua saga, mais do que um confronto científico, representou uma batalha contra uma campanha difamatória organizada pela Syngenta Group, que buscava minar sua reputação e credibilidade.

O cerco se intensificou à medida que Hayes se tornava uma figura proeminente na luta pela verdade científica. Suas preocupações eram tão graves que o professor passou a ser visto como um visionário obstinado por alguns e como um paranoico por outros, enquanto a empresa tentava minar sua credibilidade de todas as formas.

Sem se intimidar, ele continuou com seu propósito e adotou medidas para proteger os dados científicos da pesquisa, inclusive, enviando-os secretamente para a sua família. Ao longo dos anos, Hayes se tornou um símbolo de resistência contra as forças poderosas que buscam silenciar a verdade em prol do lucro.

Apesar de perder seu laboratório em Berkeley no processo, para muitos, ele emergiu como um herói, cuja voz foi amplificada pela crescente evidência científica contra a atrazina. Seu trabalho foi fundamental em uma ação coletiva movida por municípios do meio-oeste dos Estados Unidos, expondo os perigos reais do herbicida e forçando a Syngenta a prestar contas sobre o ocorrido.

As evidências científicas sobre os riscos da atrazina à saúde humana, bem como sobre a contaminação do solo e da água nas áreas onde o herbicida é aplicado, foram oficialmente encaminhadas à EPA. Todavia, mesmo diante dos dados apresentados, a agência rejeitou as preocupações por duas vezes consecutivas, mantendo a liberação da substância sem qualquer restrição.

Posteriormente, vieram à tona informações de que alguns membros do comitê responsável pela decisão favorável ao atrazina possuíam vínculos com a Syngenta Group. Paralelamente, outros cientistas se uniram à causa de Hayes, ampliando suas investigações e revelando novos danos associados ao uso do herbicida, incluindo sua possível relação com o desenvolvimento de câncer em humanos (Alavanja; Bonner, 2012).

Apesar do crescente volume de evidências científicas, as autoridades norte-americanas resistiram em rever a liberação da atrazina, alimentando suspeitas sobre a influência de interesses corporativos. O artigo publicado pela *The New Yorker* (2014) revelou as manobras adotadas pela Syngenta para comprar, também, o apoio dos responsáveis pela aprovação de drogas no mercado norte-americano.

Os riscos que a atrazina traz à saúde foram considerados sérios o suficiente para que o produto fosse banido na Europa. Por sua vez, nos Estados Unidos, o herbicida continua sendo aplicado em quase metade das plantações de milho existentes no país e, no Brasil, seu uso é permitido sem restrições.

Durante os processos judiciais movidos por diversos municípios, jornalistas norte-americanos tiveram acesso a documentos internos, memorandos e e-mails da empresa. As pesquisas de Tyrone Hayes, portanto, serviram como base científica para essas ações legais. Em entrevista ao programa *Democracy Now*, da jornalista Amy Goodman, o biólogo relatou que as ameaças sofridas extrapolaram o âmbito acadêmico.

O caso de Tyrone Hayes revela a importância de proteger pesquisadores comprometidos com a ciência e o bem público, sobretudo quando enfrentam interesses econômicos poderosos. Seu trabalho permanece como uma fonte valiosa

de conhecimento sobre os impactos dos produtos químicos na saúde e no meio ambiente, reforçando a necessidade de regulamentações mais rigorosas e práticas agrícolas sustentáveis.

### 8.3 SAMUEL S. EPSTEIN: A VOZ QUE RESISTIU NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Antes da Revolução Industrial, a alimentação baseava-se em fontes naturais, com pouca intervenção humana nos processos de produção. Com a industrialização, entretanto, os alimentos passaram a ser processados em larga escala, incorporando aditivos químicos como aromas artificiais, corantes e conservantes, muitos dos quais prejudiciais à saúde. O solo também passou a ser contaminado por substâncias tóxicas, como agrotóxicos e metais pesados, provenientes de práticas industriais e agrícolas modernas (Pellerano, 2017).

Um exemplo emblemático é o da planta *Chrysanthemum cinerariaefolium*, cujas flores, antes valorizadas por seu perfume natural, tiveram seus extratos naturais substituídos por derivados sintéticos altamente tóxicos, com impactos adversos sobre aves, mamíferos, abelhas, peixes e artrópodes aquáticos (Santos *et al.*, 2007).

Pellerano (2017), em tom divertido, menciona outro exemplo: trata-se da evolução do ato de comer. O primeiro episódio da série de TV norte-americana “The Middle: uma família no meio do nada”, exibido em 2009, mostra que, na família Heck, a comida não é exatamente cozida, mas literalmente jogada em algum lugar por Frankie, a mãe.

Panquecas congeladas são arremessadas do micro-ondas ao som o grito: “Eu fiz o café da manhã!”. Mais tarde, a mesa ganha sacos de papel recheados cm hambúrgueres; para os ouvidos da família, outro grito: “Eu fiz o jantar!”.

Ao final do episódio, os filhos querem agradecer a mãe, após um dia difícil provendo a refeição, e lhe oferecem o mesmo saco de papel contendo hamburgueres. Ela logo se emociona e diz: “Oh, vocês fizeram [o jantar] exatamente como eu faço...”.

Esse padrão, baseado em alimentos ultraprocessados e ricos em aditivos químicos, infelizmente, tornou-se recorrente ao longo de gerações, e os alertas sobre os riscos dessa cultura alimentar foram veementemente divulgados por Samuel S. Epstein (1992).

Médico, cientista e professor, Epstein (1976) destacou-se por denunciar os perigos associados a aditivos químicos e carcinógenos ambientais. Nascido em

Chicago, Illinois, no ano de 1926, obteve seu doutorado pela Universidade de Chicago em 1950 e foi professor de Medicina Ambiental na Universidade de Illinois. Ao longo de sua carreira, defendeu mudanças em políticas públicas de saúde, posicionando-se contra indústrias químicas e farmacêuticas e contra agências reguladoras que, segundo ele, agiam em favor de interesses corporativos.

Segundo Epstein (1976), muitos compostos químicos presentes em produtos de consumo, alimentos e pesticidas agrícolas contribuía para o aumento da incidência de câncer. Um de seus marcos foi o alerta precoce sobre os riscos do amianto, nos anos 1970, e sua associação com doenças graves como mesotelioma e câncer pulmonar. Apesar da resistência da indústria e de órgãos reguladores, Epstein manteve sua posição firme diante da priorização de interesses econômicos em detrimento da saúde pública (Epstein, 1970).

Além do amianto, ele também denunciou os riscos de disruptores endócrinos como ftalatos e parabenos, presentes em plásticos e produtos de higiene pessoal, bem como os efeitos cumulativos de aditivos alimentares (Epstein, 1987; 1996). Frequentemente, suas pesquisas enfrentavam resistência por parte das indústrias associadas a esses produtos, que tentavam descredibilizá-lo, cortar financiamentos ou desvalorizar suas descobertas.

Epstein também se destacou como epidemiologista, investigando a relação entre fatores ambientais e a incidência de doenças. Sua obra *The Politics of Cancer* (1976) é considerada referência fundamental sobre o tema. Além de sua atuação acadêmica, fundou a organização *Cancer Prevention Coalition*, voltada à conscientização pública e à pressão por políticas mais rígidas de controle de substâncias perigosas.

No campo da segurança alimentar, Epstein (1996) foi um dos principais críticos dos aditivos químicos em alimentos industrializados e ingredientes controversos, alertando para seu potencial carcinogênico e outros efeitos adversos. Ele argumentou que muitos desses produtos químicos apresentavam riscos à saúde, especialmente quando consumidos em quantidades elevadas ou em combinação com outros ingredientes .

- Corantes artificiais: O cientista emitiu alertas sobre os riscos associados aos corantes artificiais utilizados em alimentos processados, como tartrazina (FD&C Amarelo nº 5), vermelho 40 (Allura Red AC), azul 1 (Brilliant Blue FCF),

entre outros. Esses corantes foram associados a reações alérgicas, hiperatividade em crianças e possíveis ligações com o câncer (Epstein, 1989).

- Conservantes: Os conservantes químicos, como os nitritos (nitrito de sódio e nitrito de potássio), frequentemente adicionados em carnes processadas para evitar o crescimento bacteriano e prolongar a vida útil, também foram alvo de investigação. Os nitritos foram associados ao aumento do risco de câncer, especialmente do câncer colorretal (Epstein, 1996).
- Flavorizantes sintéticos: Epstein destacou os perigos dos flavorizantes sintéticos, como o aspartame (adoçante artificial), que foi objeto de controvérsia devido a preocupações com efeitos adversos à saúde, incluindo possíveis efeitos cancerígenos (Epstein, 1996).
- Pesticidas e herbicidas: Além dos aditivos alimentares, Epstein investigou o uso de pesticidas e herbicidas na agricultura e seus resíduos nos alimentos, alertando sobre os riscos para a saúde associados à exposição a esses produtos químicos, incluindo possíveis ligações com o câncer e outros problemas de saúde (Epstein, 1994).

As críticas direcionadas às práticas da indústria alimentícia e suas advertências sobre os aditivos alimentares provocaram reações variadas. Por um lado, houve apoio de muitos consumidores preocupados com a saúde e de organizações que buscavam uma regulamentação mais rigorosa dos aditivos alimentares (Epstein, 1992), no entanto, a indústria alimentícia, muitas vezes, rejeitava suas conclusões e tentava desacreditar suas pesquisas.

Uma das táticas adotadas foi a contestação de suas descobertas por meio de estudos financiados pela indústria ou por ataques à sua credibilidade como cientista. Epstein enfrentou oposição política de grupos que defendiam os interesses do setor de alimentos e que buscavam minar as regulamentações propostas para limitar o uso de aditivos químicos.

Apesar desses desafios, o pesquisador continuou sua luta pela transparência e segurança na indústria alimentícia, defendendo políticas que promoviam a rotulagem adequada dos ingredientes e a redução do uso de aditivos potencialmente prejudiciais. Seu trabalho ajudou a aumentar a conscientização sobre os riscos associados aos aditivos alimentares e a influenciar mudanças nas práticas da indústria e nas políticas governamentais relacionadas à segurança alimentar (Epstein, 1990).

Além disso, Epstein contribuiu significativamente para aumentar a conscientização sobre os riscos ambientais para a saúde e para impulsionar a legislação e regulamentação, com o objetivo de proteger as pessoas de exposições prejudiciais. Seu legado continua a inspirar ativistas e cientistas comprometidos com a prevenção do câncer e a promoção da saúde pública em todo o mundo, pois mesmo diante de críticas e pressões, ele manteve sua integridade científica e continuou a defender suas convicções sobre os perigos dos carcinógenos ambientais (Epstein, 1990).

Samuel Epstein faleceu em 2018, aos 91 anos de idade, e a causa específica de sua morte não foi amplamente divulgada. Como uma figura proeminente na comunidade científica e na defesa da saúde pública, seu legado perdura por meio de suas pesquisas, influência duradoura sobre a conscientização dos riscos ambientais para a saúde. Sua contribuição para a conscientização sobre os riscos ambientais para a saúde e sua defesa apaixonada da saúde pública deixaram um legado duradouro que continua a inspirar gerações de cientistas e defensores da saúde.

Concluir este capítulo é, mais do que finalizar uma análise: é reafirmar que a ciência, quando situada e comprometida com os determinantes sociais da saúde, constitui uma prática ética e política. No campo da saúde coletiva, não se trata apenas de descrever agravos ou quantificar riscos, mas de compreender os processos históricos, sociais e ambientais que produzem iniquidades. Esta pesquisa se inscreve nesse horizonte, pois parte do adocimento para revelar as condições de vida; parte dos corpos vulnerabilizados para denunciar os sistemas que os tornam vulneráveis.

Como nos ensinam os pensadores da saúde coletiva, de Breilh a Ayres, de Schraiber a Minayo (Ayres, 2006, p. 493-522), pensar saúde é também pensar as condições de existência, os projetos de sociedade, os modos de cuidado e de produção da vida. Este estudo, ao se aliar a esses princípios, não oferece soluções imediatistas, contudo, propõe deslocamentos epistemológicos e políticos, contribuindo para a construção de uma ciência que, além de observar o mundo, se compromete com sua transformação. Porque resistir, aqui, é também cuidar. É criar outras formas de produzir saberes, de escutar territórios, de defender a vida.

Há momentos em que a ciência deixa de ser método e se torna gesto: gesto de cuidado, de denúncia, de memória. É quando ela, além de descrever o mundo, o atravessa com perguntas que incomodam, com verdades que sangram, com vozes que antes foram silenciadas.

Talvez essa seja sua forma de resistir: quando se alinha com a vida, com a justiça e com a memória; quando transforma o saber em gesto ético; quando escava o invisível com amor e precisão; quando, enfim, escuta os calados e os transforma em VOZ.

Em um país onde a terra é explorada e os corpos são descartáveis, resistir é também nomear o veneno. É reconhecer que os disruptores endócrinos não atingem a todos da mesma forma e que silenciar sobre isso é ser cúmplice. Que este trabalho, então, seja como semente de denúncia e colheita de consciência. (Tolloto, 2024)

## 9 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Ao longo desta jornada, mergulhei em um universo no qual a ciência, a justiça e a ética se entrelaçam de forma complexa. A presente pesquisa iluminou, de maneira científica, a complexa inter-relação entre os disruptores endócrinos (DE), o racismo ambiental e os transtornos na saúde física e mental. Os resultados ora apresentados evidenciam os múltiplos efeitos dos disruptores endócrinos sobre o organismo humano, como alterações neuroendócrinas, puberdade precoce, impactos na saúde mental e reprodutiva, e a forma desigual como esses riscos estão distribuídos na sociedade.

A análise integrada dos estudos revisados revelou um padrão reiterado de injustiça: são, em sua maioria, as populações mais vulnerabilizadas, historicamente marcadas por desigualdades sociais, raciais e territoriais, que enfrentam maior exposição a essas substâncias tóxicas. No Brasil, país que ocupa o primeiro lugar no ranking mundial de consumo de agrotóxicos, os impactos sobre a saúde humana e ambiental ultrapassam a esfera da toxicologia e adentram o campo da justiça social.

A análise de 115 artigos científicos revela que substâncias associadas ao uso agrícola, como atrazina, glifosato e DDT, aparecem com maior frequência do que os disruptores endócrinos clássicos como bisfenol A, ftalatos e parabenos. Esse panorama evidencia que a exposição a agrotóxicos ainda predomina como foco de estudo, refletindo a gravidade da situação brasileira.

As populações mais acometidas por essas exposições são, majoritariamente, grupos em situação de vulnerabilidade socioeconômica e ambiental: trabalhadores rurais, comunidades indígenas, quilombolas, ribeirinhos e moradores de zonas periféricas urbanas. Mulheres, gestantes e crianças representam um recorte ainda mais crítico, devido à maior susceptibilidade biológica e à carga desigual de exposição. Assim, o envenenamento químico no Brasil deve ser compreendido como uma manifestação concreta do racismo ambiental e da necropolítica, onde o direito à saúde e à vida é sistematicamente violado em nome da produtividade agrícola e do lucro.

Em solo brasileiro fértil de contradições, cultiva-se não apenas alimento, mas também a contaminação silenciosa que escorre pelos veios da terra e penetra os corpos. O país que lidera o consumo mundial de agrotóxicos também lidera a produção de iniquidades químicas, onde a toxicidade não se distribui de forma

equitativa. Respiram venenos, ingerem resíduos, convivem com o invisível. E assim, o agrotóxico não é apenas substância: é política, é fronteira, é marcador de classe, raça e território. Em um cenário onde o lucro se sobrepõe à vida, o envenenamento coletivo assume o rosto do racismo ambiental, e a ciência torna-se também um instrumento de denúncia e resistência.

Nesse cenário, torna-se imprescindível compreender que os efeitos adversos dos DE não ocorrem em um vácuo biológico, mas em um contexto socioambiental permeado por estruturas de poder que definem quem vive, quem adocece e de que forma. Essa constatação nos conduz à necessidade de aprofundar a discussão sobre o racismo ambiental como elemento estruturante da exposição desigual aos DE e dos impactos transgeracionais da contaminação ambiental.

A exposição desproporcional a disruptores endócrinos denota, de forma contundente, os mecanismos do racismo ambiental. Populações historicamente marginalizadas, incluindo comunidades negras, indígenas e de baixa renda, são sistematicamente posicionadas em áreas com maior risco ambiental: próximas a polos industriais, aterros, áreas de monocultura com uso intensivo de agrotóxicos e regiões com frágil regulação ambiental.

Segundo Bullard (1993) e Morello-Frosch *et al.* (2011), esse padrão de desigualdade não é acidental, mas fruto de estruturas sociais que atribuem menor valor à vida e ao território de determinados grupos. Assim, os corpos que habitam essas zonas tornam-se os principais alvos de uma exposição tóxica contínua, silenciosa e naturalizada.

Isto posto, os disruptores endócrinos, além de afetarem o indivíduo exposto de forma direta, têm a capacidade de provocar alterações epigenéticas herdáveis, ou seja, efeitos transgeracionais que perpetuam os danos ao longo de gerações. Estudos como os de Skinner (2014), Gore *et al.* (2015) e La Merrill *et al.* (2020) demonstram que a exposição gestacional a DE pode alterar a expressão gênica em descendentes até a terceira geração, mesmo na ausência de exposição direta posterior. Isso significa que, além da desigualdade social e econômica, essas populações enfrentam a herança biológica de um ambiente contaminado, uma verdadeira injustiça tóxica, que compromete o futuro antes mesmo do nascimento.

Um dos sinais precoces dessa contaminação pode ser observado na puberdade precoce, especialmente em meninas, condição cada vez mais frequente em comunidades expostas a DE. Biro *et al.* (2012) e Wolff *et al.* (2010) demonstraram

que a exposição a substâncias como ftalatos e bisfenol A está associada ao início antecipado do desenvolvimento puberal. Esse fenômeno afeta o crescimento físico e emocional, e está relacionado a riscos aumentados de câncer de mama, endometriose e distúrbios metabólicos.

É importante ressaltar que, em contextos de racismo ambiental, a puberdade precoce deve ser compreendida não como um evento isolado, mas como uma manifestação de um ambiente adoecido e negligenciado pelo poder público.

A saúde mental também é profundamente impactada por esses contaminantes. Há evidências crescentes de que a exposição precoce a disruptores endócrinos está associada a distúrbios neurológicos e comportamentais, incluindo transtornos de déficit de atenção, hiperatividade, ansiedade e depressão (Braun, 2017; Ejaredar *et al.*, 2017). Tais efeitos são especialmente preocupantes em crianças, cuja fase de desenvolvimento cerebral é altamente vulnerável à interferência hormonal. Quando essa exposição se soma a fatores psicossociais como racismo, insegurança alimentar e precariedade habitacional, o impacto sobre a saúde mental se agrava, criando um ciclo de sofrimento que reforça a exclusão social.

No campo da saúde reprodutiva, os DE afetam a fertilidade, o funcionamento do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal e aumentam a incidência de condições como síndrome dos ovários policísticos, endometriose, alterações menstruais e infertilidade masculina (Diamanti-Kandarakis *et al.*, 2009; Bergman *et al.*, 2013). Essas alterações incidem com maior severidade sobre populações que, por viverem em ambientes de risco, têm menor acesso a serviços de saúde de qualidade e a informações sobre prevenção. Trata-se de uma dupla vulnerabilidade: exposição aumentada e menor capacidade de defesa institucional e pessoal.

A permanência dos disruptores endócrinos em produtos de uso diário, na água, nos alimentos e no ar é sustentada por uma lógica de negligência regulatória. Mesmo com a existência de estudos científicos contundentes sobre seus efeitos adversos, muitos governos mantêm permissividades nas concentrações de agrotóxicos e aditivos químicos, priorizando interesses econômicos em detrimento da saúde pública. Essa omissão institucional reforça o racismo ambiental, ao permitir que populações vulnerabilizadas sigam sendo contaminadas de forma crônica, sem informação, proteção ou alternativas viáveis.

Descobri que o racismo ambiental é mais do que uma injustiça isolada: é uma ferida aberta que sangra nas comunidades mais vulneráveis, onde as vozes daqueles

que clamam por justiça são frequentemente sufocadas pelo silêncio ensurdecedor de um sistema que privilegia poucos em detrimento de muitos.

O racismo ambiental torna-se evidente ao considerar que essas exposições aos DE não são distribuídas de maneira equitativa entre as populações, afetando desproporcionalmente grupos marginalizados e comunidades de baixa renda, muitas vezes localizadas próximas a áreas industriais ou regiões com regulamentações ambientais frágeis ou negligenciadas. Esse padrão de desigualdade, muitas vezes, é invisibilizado, suprimido ou ignorado, perpetuando as disparidades socioambientais.

Cada descoberta científica sobre os disruptores endócrinos revelou, com dolorosa clareza, que essas substâncias, invisíveis a olho nu, são os fios invisíveis que tecem um tapete de iniquidades, que perturbam o equilíbrio delicado da saúde humana e expõem as camadas mais profundas de uma sociedade em que a desigualdade é sistematicamente perpetuada.

Salienta-se, no entanto, que um vasto campo de incertezas ainda se apresenta, clamando por investigações adicionais. Essa lacuna pode ser atribuída tanto a falhas de comunicação na comunidade acadêmica, quanto à resistência dos detentores do conhecimento científico em acolher novas perspectivas. Nesse contexto, abre-se um horizonte promissor para futuras investigações e descobertas, aguardando a dedicação de pesquisadores comprometidos com a saúde de indivíduos que residem em áreas marcadas por racismo ambiental, onde o risco de doenças crônicas e negligenciadas é alarmantemente elevado.

A preocupação com os efeitos transgeracionais e epigenéticos dos disruptores endócrinos destaca a importância de adotar medidas preventivas para reduzir a exposição a essas substâncias. Isso inclui regulamentações mais rigorosas para o uso de produtos químicos em produtos de consumo, agricultura e indústria, bem como a promoção de práticas agrícolas e industriais mais sustentáveis e menos dependentes de substâncias químicas prejudiciais. Além disso, é fundamental investir em pesquisa para melhor compreensão dos mecanismos pelos quais os disruptores endócrinos afetam a saúde humana e desenvolver estratégias eficazes para mitigar esses efeitos adversos.

Assim, a adoção de medidas urgentes e integradas, que combatam a degradação ambiental e promovam justiça social, torna-se imperativa. Isso inclui políticas públicas baseadas em evidências científicas, fiscalização mais rigorosa, incentivos para práticas sustentáveis e, sobretudo, o reconhecimento do direito de

todas as populações a um ambiente saudável e digno. Somente a partir do reconhecimento desses desafios e do compromisso coletivo com soluções equitativas será possível construir um futuro verdadeiramente sustentável e mais justo para todos.

Diante das limitações da ciência em mobilizar os poderes públicos para a adoção de medidas urgentes, é fundamental expandir a comunidade de pares para além do âmbito acadêmico. Incluir as populações diretamente afetadas nesse diálogo e nas investigações pode gerar um movimento significativo por mudanças, em prol da justiça ambiental e da saúde coletiva.

Essa inclusão não apenas enriquece o conhecimento científico, como também restaura a dignidade das vozes silenciadas que ecoam para a transformação e a equidade. Que esta tese não se restrinja ao campo acadêmico e se torne um chamado à ação. Que inspire outros a escutarem as vozes que foram silenciadas por tempo demais e a lutarem por um futuro no qual a ciência e a justiça caminhem de mãos dadas, guiadas pelo princípio inegociável de que todos têm o direito de viver com dignidade, saúde e respeito.

O ideal não é a proibição do uso, da venda e da produção dos contaminantes, que já estão inseridos no cotidiano dos seres humanos e são amplamente utilizados para evitar problemas econômicos e sociais. O mais prudente seria definir medidas para minimizar a liberação desses compostos no ambiente, desenvolver novos tratamentos de água e esgoto que reduzam ou removam os disruptores endócrinos, estudar novas substâncias antes que sejam lançadas no mercado e conscientizar a população sobre as formas de evitar a contaminação ambiental.

Em suma, a conexão entre racismo ambiental e disruptores endócrinos representa uma manifestação clara das disparidades de saúde que permeiam nossa sociedade. Essa visão preconceituosa se estende aos espaços ocupados por essas comunidades, considerados como desertos e vazios, disponíveis para grandes projetos de desenvolvimento e empreendimentos econômicos que, frequentemente, contaminam o ambiente e afetam as populações locais e as futuras gerações.

Para abordar tais questões de forma efetiva, é preciso reconhecer e enfrentar as raízes estruturais do racismo ambiental, promovendo políticas que visem a equidade ambiental e a justiça social. Somente a partir de uma abordagem integrada, que valorize o protagonismo das comunidades afetadas, será possível mitigar os impactos nocivos dos disruptores endócrinos e assegurar condições de saúde e bem-

estar para todos. Assim, mergulhamos em um enigma complexo, no qual questões de saúde pública, justiça ambiental e equidade social se entrelaçam.

Por fim, é fundamental reconhecer que o enfrentamento dos impactos dos disruptores endócrinos exige uma abordagem que transcenda os limites da ciência biomédica. Trata-se de uma questão ética, política e social. A justiça ambiental deve ser construída a partir das vozes das comunidades afetadas, com participação popular, transparência nos dados de risco e responsabilização das indústrias poluentes.

Como propõem Agyeman, Bullard e Evans (2003), uma verdadeira equidade ambiental somente será possível quando a proteção do meio ambiente incluir, de forma integral, a proteção das pessoas que nele vivem, sobretudo aquelas historicamente silenciadas. A luta contra o racismo ambiental exige escuta, reparação histórica e o fortalecimento da autonomia dos povos originários, inclusive com a demarcação efetiva de seus territórios e a responsabilização dos agentes de contaminação ambiental. Não haverá justiça climática ou ambiental sem justiça para os povos indígenas. Mais do que proteger florestas e rios, é urgente proteger os povos que nos protegem há séculos. Essa conclusão, portanto, é também um chamado: que a ciência se curve diante da complexidade da injustiça e que reconheça, nos corpos silenciados, a urgência de uma reparação.

“Erga a voz em favor dos que não podem defender-se, seja o defensor de todos os desamparados. Erga a voz e julgue com justiça; defenda os direitos dos pobres e dos necessitados” (Provérbios 31:8-9).

## REFERÊNCIAS

- ABRASCO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA. **Nota técnica sobre o Projeto de Lei nº 6.299/2002**. Rio de Janeiro: Abrasco, 2018. Disponível em: <https://www.abrasco.org.br/site/outras-noticias/nota-tecnica-da-abrasco-sobre-o-pl-do-veneno/32672/>. Acesso em: 07 mai. 2025.
- ACSELRAD, Henri (org.). **Conflitos ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004a.
- ACSELRAD, Henri. Justiça ambiental: construção e defesa de um campo. *In: A justiça ambiental no Brasil: dilemas e perspectivas*. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2009.
- AGÊNCIA PÚBLICA. **Agrotóxicos e câncer: um estudo inédito revela que 30% dos produtos aplicados em São Paulo são potencialmente cancerígenos**. 2022. Disponível em: <https://apublica.org/2022/10>. Acesso em: 10 mai. 2025.
- AGRONEWS. Pulverização aérea de agrotóxicos em lavouras de cana-de-açúcar: empresas responsáveis. São Paulo, 2014.
- AGYEMAN, Julian; BULLARD, Robert D.; EVANS, Bob (org.). **Just sustainabilities: development in an unequal world**. Cambridge: MIT Press, 2003.
- ALAVANJA, M. C. R.; BONNER, M. R. Occupational pesticide exposures and cancer risk: a review. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B**, v. 15, p. 238-263, 2012.
- ALLEN, E.; DOISY, E. A. An ovarian hormone: preliminary report on its localization, extraction and partial purification, and action in test animals. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 81, n. 10, p. 819-821, 1923.
- ALIER, Joan Martinez. **O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. 2.ed. São Paulo: Ed. Contexto, 2018.
- ALMACHE, José Luis Moreira. Puberdade precoce: aspectos clínicos e terapêuticos. **Revista de Pediatria SOPERJ**, v. 16, n. 2, p. 40–45, 2015. Disponível em: [https://revistadepediatriasoperj.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=295](https://revistadepediatriasoperj.org.br/detalhe_artigo.asp?id=295). Acesso em: 10 mai. 2025.
- ALMEIDA, A. P. *et al.* Efeitos dos agrotóxicos na saúde humana: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 37, n. 125, p. 107-117, 2012.
- AQUINO, S. F.; BRANDT, E. M. F.; CHERNICHARO, C. A. L. Remoção de fármacos e desreguladores endócrinos em estações de tratamento de esgoto: revisão da literatura. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 233–246, 2013.
- ARRUDA, S. M. Investigação de microcontaminantes em águas de abastecimento no estado de Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 123-134, 2021.

AUGER, J.; KUNSTMANN, J. M.; CZYGLIK, F.; JOUANNET, P. Decline in semen quality among fertile men in Paris during the past 20 years. **New England Journal of Medicine**, v. 332, n. 5, p. 281-285, 1995.

AYRES, José Ricardo de Carvalho Mesquita. Cuidado e reconstrução das práticas de saúde. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v. 10, n. 19, p. 493-522, 2006.

AZEVEDO, D. A. *et al.* Desreguladores endócrinos: desafios analíticos e regulamentares para o monitoramento ambiental. **Química Nova**, v. 43, n. 5, p. 567-577, 2020.

AZEVEDO, Daniela Aparecida de Oliveira; CHASIN, Andrei Azeredo. **Disruptores endócrinos: características, efeitos e regulamentação**. Química Nova, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 523-530, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/dgM5F3PZzxcL74PCH74Pvs>. Acesso em: 07 set 2023.

AZEVEDO, F. A. Contaminação Ambiental por Mercúrio. *In*: AZEVEDO, F. A. (Org.). **Toxicologia do Mercúrio**. São Paulo: Rima, 2003. p. 99-128.

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. **Metais: riscos e efeitos sobre a saúde humana**. São Paulo: Editora Manole, 2003.

BACCARELLI, Andrea; BOLLATI, Valentina. Epigenetics and environmental chemicals. **Current Opinion in Pediatrics**, v. 21, n. 2, p. 243-251, 2009.

BAIRD, C. **Environmental Chemistry**. 2. ed. W. H. Freeman, 1995.

BAIRD, D. D. *et al.* High Cumulative Incidence of Uterine Leiomyoma in Black and White Women: Ultrasound Evidence. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v. 188, n. 1, p. 100-107, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1067/mob.2003.99>. Disponível em: [https://www.ajog.org/article/S0002-9378\(03\)00099-9/fulltext](https://www.ajog.org/article/S0002-9378(03)00099-9/fulltext). Acesso em: 05 mai. 2024.

BATSTONE, R. Health and the Environment: the challenge of the chemical time bomb. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, n. 6, p. A248-A251, 2001.

BATSTONE, T. *et al.* **Workplace reproductive health: research and strategies**. Toronto: Best Start: Ontario's Maternal, Newborn and Early Child Development Resource Centre, 2001.

BELFROID, A. C. *et al.* Occurrence of endocrine disrupting compounds in surface water and sediment in The Netherlands. **Science of the Total Environment**, v. 225, n. 1-2, p. 101-108, 1999.

BERGMAN, Åke *et al.* **State of the science of endocrine disrupting chemicals 2012**. Geneva: WHO/UNEP, 2013.

BERNARDES, M. F. F. *et al.* Exposição ocupacional a agrotóxicos e efeitos na saúde: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 40, n. 132, p. 117-128, 2015.

BÍBLIA. **Bíblia Sagrada**. Tradução de João Ferreira de Almeida. Revista e Atualizada. Barueri, SP: Sociedade Bíblica do Brasil, 2009.

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Fármacos no meio ambiente. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 523–530, 2003.

BILES, J. E.; McNEAL, T. P.; BEGLEY, T. H.; HOLLIFIELD, H. C. Determination of bisphenol A in reusable polycarbonate food-contact plastics and migration to food-simulating liquids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 9, p. 3541-3544, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf970072i>. Acesso em: 30 jun. 2022.

BIRKETT, J. W.; LESTER, J. N. **Endocrine Disrupters in Wastewater and Sludge Treatment Process**, 1.ed. Lewis Publishers, 2003.

BIRO, Frank M. *et al.* Pubertal assessment method and baseline characteristics in a mixed longitudinal study of girls. **Pediatrics**, v. 126, n. 3, p. e583–e590, 2012.

BOCHNER, R. Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas – SINITOX: 20 anos de atividades. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, n. 4, p. 899-908, 2015.

BOMBARDI, Larissa Mies. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH-USP, 2017.

BORGES, R. C. *et al.* Impactos dos agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 39, n. 130, p. 93-102, 2014.

BORGES, Regina Maria Rabello; HILLEBRAND, Vicente. **Plásticos, detergentes e desequilíbrio hormonal – um grito de alerta**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

BOWLER, R. M.; CONE, J. E. Environmental exposure and fetal development: relevance to environmental challenges. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, supl. 6, p. 979-980, 2001.

BOWLER, R. M.; CONE, J. E. Neurotoxicity of pesticides and related chemicals in humans. *In*: KRIEGER, R. (ed.). **Handbook of Pesticide Toxicology**. San Diego: Academic Press, 2001. p. 935-981.

BOWLER, T. A.; CONE, M. Effects of endocrine disruptors on human development. **Journal of Environmental Health**, v. 63, n. 6, p. 12-17, 2001.

BRANDT, E. M. F. **Avaliação da remoção de fármacos e desreguladores endócrinos em sistemas simplificados de tratamento de esgoto (reatores UASB seguidos de pós-tratamento)**. 2012. 128 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Cartilha sobre Agrotóxicos: Série Trilhas do Campo**, 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/agrotoxicos/cartilha-sobre-agrotoxicos-serie-trilhas-do-campo-1.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Organizado por Cláudio Brandão de Oliveira. Rio de Janeiro: Roma Victor, 2002.

BRASIL. Instituto Nacional de Câncer (INCA). **Agrotóxicos e Câncer: uma abordagem para a vigilância em saúde**. Rio de Janeiro: INCA, 2015. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/agrotoxicos-e-cancer-uma-abordagem-para-vigilancia-em-saude>. Acesso em: 07 mai. 2025.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802/1989, que dispõe sobre agrotóxicos e afins. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 07 jan. 2002.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 12 jul. 1989.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 144, n. 4, p. 1, 08 jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico e altera as Leis nº 9.984/2000, nº 10.768/2003, nº 11.107/2005 e nº 11.445/2007. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 136, p. 1, 16 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria nº 329, de 02 de setembro de 1985. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 03 set 1985, Seção 1, p. 12941.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Portaria nº 1.187**, de 10 de outubro de 2024. Estabelece regras para as operações aeroagrícolas com agrotóxicos e afins. Disponível em: [https://anatellegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&cod\\_menu=10661&cod\\_modulo=502&link=S&numeroAto=00001187&orgao=SDA%2FMAPA&seqAto=000&tipo=POR&valorAno=2024](https://anatellegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&cod_menu=10661&cod_modulo=502&link=S&numeroAto=00001187&orgao=SDA%2FMAPA&seqAto=000&tipo=POR&valorAno=2024). Acesso em: 07 mai. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5**, de 3 de outubro de 2017. Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://www.brkambiental.com.br/wp-content/uploads/2021/10/MergedFile.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.339, de 18 de novembro de 1999. *In*: **Doenças relacionadas ao trabalho**. Brasília: Ministério da Saúde do Brasil, 2001, 580 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Plano de ação para redução da exposição ao mercúrio no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2020**. Brasília: Ministério das Cidades, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/agua-e-esgotos-1/2020>. Acesso em: 06 maio 2025.

BRASIL. Ministério dos Povos Indígenas. **Relatório sobre contaminação por mercúrio nos territórios Yanomami e Munduruku**. Brasília: MPI, 2022.

BRAUN, J. M. Early-life exposure to endocrine-disrupting chemicals and childhood conduct problems. **Pediatric Research**, v. 82, n. 4, p. 519-526, 2017.

BRAUN, J. M. Early-life exposure to EDCs: role in childhood obesity and neurodevelopment. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 13, p. 161-173, 2017.

BRAUN, Joseph M.; SATHYANARAYANA, Sheela; HAUSER, Russ. Phthalate exposure and children's health. **Current Opinion in Pediatrics**, v. 25, n. 2, p. 247–254, 2013.

BRAUN, Joseph M.; YOLTON, Kimberly; DIETRICH, Kim N.; CALAFIORE, Paul; HORNUNG, Richard; LANPHEAR, Bruce P. Prenatal bisphenol A exposure and early childhood behavior. **Environmental Health Perspectives**, [S.l.], v. 117, n. 12, p. 1945–1952, 2009.

BRESILIN, W. J. *et al.* Evaluation of reproductive development following maternal exposure to boric acid in rats and mice. **Reproductive Toxicology**, v. 11, n. 6, p. 817-826, 1997.

BRITO, A. C.; SILVA, T. M.; NASCIMENTO, L. A. Contaminação por metais pesados em comunidades tradicionais: riscos à saúde e desafios para a justiça ambiental. **Revista Brasileira de Saúde e Ambiente**, v. 16, n. 2, p. 1-15, 2021.

BROWN Jr., George R. Bisphenol A and schizophrenia: an endocrine-disrupting chemical with potential relevance to pathophysiology. **Medical Hypotheses**, [S.l.], v. 72, n. 5, p. 664-671, 2009.

BUCHBERGER, W. W. Novel analytical procedures for screening of drug residues in water, waste water, sediment and sludge. **Analytica Chimica Acta**, v. 593, n. 2, p. 129–139, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2007.05.035>.

BULLARD, R. D. **Dumping in Dixie: Race, Class, and Environmental Quality**. 3. ed. Boulder: Westview Press, 2000.

BULLARD, Robert. Enfrentando o racismo ambiental no século XXI. *In*: BULLARD, R. Ética e racismo ambiental. **Revista Eco 21**, v. XV, n. 98, 2005. s/p.

BULLARD, Robert D. (ed.). **Confronting Environmental Racism: voices from the grassroots**. Boston: South End Press, 1993.

BULLARD, Robert D. **Dumping in Dixie: race, class and environmental quality**. Boulder, Westview Press, 1990.

CÂMARA, João H. R. et al. **Ciênc. Saúde Colet. (Impr.); Ciênc. Saúde Colet. (Online)**, 29 (3): e16672023, 2024. Artigo em Português | LILACS-Express | LILACS | ID: biblio-1534184.

CARLOS, A. F. A. Dynamique urbaine et métropolisation, le cas de São Paulo. Confins, Revue franco-brésilienne de géographie. **Revista Franco-Brasileira de Geografia**, n. 2, p. 1-18. DOI: <https://journals.openedition.org/confins/1502>. Acesso em: 15 mai. 2023.

CARDOSO, M. H.; CHASIN, A. A. M. Disruptores endócrinos: uma visão geral. **Revista de Saúde Pública**, v. 35, n. 5, p. 491-496, 2001.

CARNEIRO, F. F. et al. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. p. 126.

CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Editora Melhoramentos, 1969.

CARSON, Rachel. **Silent Spring**. Houghton Mifflin Company, 1962.

CARSON, Rachel. Ciência e coragem. **Ciência hoje**, São Paulo, v. 50, n. 296, 2012.

CARVALHO, Fernando Martins. Avaliação de exposição de populações humanas a metais pesados no ambiente: exemplos do recôncavo baiano. **Química Nova**, v.15, n.2, p.147- 54, 1992.

CARVALHO, F. P. et al. Agrotóxicos e saúde: uma análise da exposição ocupacional e ambiental. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 41, n. 133, p. 89-99, 2016.

CARVALHO FILHO, M. A. S. et al. Fármacos como contaminantes emergentes: uma revisão sobre a ocorrência, efeitos ambientais e tratamentos. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 43-56, 2018. Disponível em: <https://revistas.unisinos.br/index.php/rca/article/view/rca.2018.121.05>. Acesso em: 20 jan. 2022.

CASALS-CASAS, C.; DESVERGNE, B. Endocrine disruptors: from endocrine to metabolic disruption. **Annual Review of Physiology**, Palo Alto, v. 73, p. 135–162, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-012110-142200>.

CASEY, F. X. M.; LURA, D. A.; KAY, D. M.; LARSON, R. A. Fate of 17 $\beta$ -Estradiol in Agricultural Soils. **Environmental Science & Technology**, v. 37, n. 11, p. 2400-2409, 2003.

CASTRO, V. L. S. S. et al. Efeitos dos agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 42, n. 134, p. 101-110, 2017.

CDC – CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Increasing prevalence of parent-reported attention-deficit/hyperactivity disorder among children – United States, 2003 and 2007. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, Atlanta, v. 59, n. 44, p. 1439-1443, 2010.

CDC – CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Data & Statistics on Autism Spectrum Disorder**. Atlanta, 2024. Disponível em: <https://www.cdc.gov/ncbddd/autism/data.html>. Acesso em: 02 fev. 2025.

CDC – CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Data & statistics on ADHD**. Atlanta: CDC, 2024. Disponível em: <https://www.cdc.gov/ncbddd/adhd/data.html>. Acesso em: 02 fev. 2025.

CELL, J. W. **The highest stage of white supremacy: the origin of segregation in South Africa and the American South**. New York: Cambridge University Press, 1982.

CERQUEIRA, P. R. *et al.* Estudo sobre a presença de fármacos e PPCPs em resíduos de lodo. *Journal of Environmental Chemistry*, v. 22, n. 3, p. 255-266, 2014.

CHAVEIRO, L. B.; FELÍCIO, E. Conflicts between agribusiness and the Quilombola community of Morro de São João, Tocantins Brasil Brasil. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 31, 2019. DOI: 10.14393/SN-v31n1-2019-42482. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/42482>

CHAVIS, Benjamin F. An inside job: My life with the Wilmington 10. **The Crisis**, v. 119, n. 1, p. 14-17, 2012.

CHAVIS, Benjamin F. *In*: BULLARD, Robert D. (ed.). **The quest for environmental justice: human rights and the politics of pollution**. San Francisco: Sierra Club Books, 2005. p. x-xiv.

CHAVIS, Benjamin F. Charges Environmental Racism. **The Charlotte Post**, Apr. 23, 1987, Charlotte, NC.

CHEN, M. *et al.* Determination of estrogens in raw and treated wastewater by high-performance liquid chromatography-ultraviolet detection. **Analytical Letters**, v. 40, n. 9, p. 1747-1761, 2007.

CNBB – CONFERÊNCIA NACIONAL DE BISPOS DO BRASIL. Disponível em: <https://www.cnbb.org.br/>. Acesso em: 18 set. 2023.

COCCO, P. On the rumors about the silent spring. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 837, p. 351–371, 1997.

COHN, Barbara A. *et al.* **DDT exposure in utero and breast cancer**. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, [S.l.], v. 102, n. 11, p. 3864–3871, 2017.

COHN, B. A.; LA MERRILL, M. A.; KRIGBAUM, N. Y.; CIRILLO, P. M. DDT exposure in utero and breast cancer. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 102, n. 6, p. 2185-2197, 2017.

COLBORN, Theo; DUMANOSKI, Dianne; MYERS, John Peterson. **O futuro roubado**. Porto Alegre: L&PM, 2002.

COLBORN, T.; VOM SAAL, F. S.; SOTO, A. M. Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans. **Environmental Health Perspectives**, Washington, DC, v. 101, n. 5, p. 378-384, 1993.

COM – COMUNIDADE EUROPEIA. **Relatório da Comissão sobre substâncias químicas que perturbam o sistema endócrino**. COM (1999) 706 final. Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias, 1999.

COMBARNOUS, Y.; NGUYEN, T. M. Comparative overview of mechanisms of action of hormones and endocrine disruptor compounds. **Toxics**, v. 7, n. 1, p. 5, 2019.

CORREA, Luciana Oliveira *et al.* Puberdade precoce: uma abordagem prática. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 39, e2020012, 2021. DOI: 10.1590/1984-0462/2021/39/2020012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rpp/a/x8P5zPpPnWZHmNjw5Pfydzp>. Acesso em: 10 mai. 2025.

CORRÊA, M. E. R. *et al.* Puberdade precoce: fatores que influenciam sua ocorrência. **Revista Eletrônica Acervo Científico**, v. 36, e8754, 2021. DOI: <https://doi.org/10.25248/reac.e8754.2021>. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/cientifico/article/view/8754>. Acesso em: 12 mai. 2022.

COSTA, Cátia; CAIRRÃO, Elisa. Endocrine-disrupting chemicals and their effects on the central nervous system. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 174, p. 115265, 2024.

COSTA, M. T. *et al.* Exposição a disruptores endócrinos e efeitos na saúde humana: uma revisão. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 31, n. 1, p. 1-10, 2018.

COSTAS-FERREIRA C.; DURÁN, R.; FARO, L. R. F. Toxic Effects of Glyphosate on the Nervous System: A Systematic Review. **Int J Mol Sci.**, 2022 Apr 21;23(9):4605. doi: 10.3390/ijms23094605. PMID: 35562999; PMCID: PMC9101768.

COSTAS-FERREIRA, Juliana. **O impacto neurotóxico do glifosato: uma revisão sistemática**. *Revista Brasileira de Saúde Ambiental*, [S.l.], v. 27, n. 2, p. 145–161, 2022.

COSTAS-FERREIRA, M.; DURÁN, R.; FARO, L. R. F. Disruptores endócrinos: impactos na saúde humana e ambiental. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 35, n. 2, p. 123-134, 2022.

CRESSWELL, J. E. A meta-analysis of experiments testing the effects of a neonicotinoid insecticide (imidacloprid) on honey bees. **Ecotoxicology**, v. 20, n. 1, p. 149-157, 2011.

CSTEE – COMMITTEE FOR SCIENTIFIC ADVISORY ON TOXICITY, ECO-TOXICITY AND THE ENVIRONMENT. **Opinion on human and wildlife health effects of endocrine disrupting chemicals, with emphasis on wildlife and on ecotoxicology test methods**. Brussels: European Commission, 1999.

CUNHA, D. G. F. *et al.* Atividade estrogênica de desreguladores endócrinos em águas superficiais do município de Santa Maria Madalena, Sudeste do Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 481-490, 2017.

DANIEL, M. D. S.; LIMA, E. C. Determinação simultânea de estriol,  $\beta$ -estradiol,  $17\alpha$ -etinilestradiol e estrona empregando-se extração em fase sólida (SPE) e cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 4, p. 716-728, 2014.

DASTON, G. P.; GORSUCH, J. W. Environmental estrogens and reproductive health: potential effects on male fertility. **Environmental Health Perspectives**, v. 105, supl. 4, p. 823-828, 1997.

DAUGHTON, C. G.; TERNES, T. A. Pharmaceuticals and personal care products in the environment: agents of subtle change? **Environmental Health Perspectives**, v. 107, supl. 6, p. 907-938, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1289/ehp.99107s6907>. Acesso em: 20 mai 2023.

DEMENEIX, Barbara. **Losing our minds: how environmental pollution impairs human intelligence and mental health**. Oxford: Oxford University Press, 2014.

DESAI, Mugdha; VYAS, Anupam; NAIR, Hemangi; GHOGALE, Pranav; CHAUDHURI, Tapas. Assessment of BPA exposure through breast milk and its neurobehavioral effects in neonates. **Environmental Research**, v. 160, p. 524-532, 2018.

DESBROW, C. *et al.* Identification of estrogenic chemicals in STW effluent. 1. Chemical fractionation and in vitro biological screening. **Environmental Science & Technology**, v. 32, n. 11, p. 1549-1558, 1998.

DHOOGHE, W. *et al.* Endocrine disruptors and human health: a review. **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health**, Warsaw, v. 24, n. 2, p. 113-120, 2011.

DIAMANTI-KANDARAKIS, E. *et al.* Endocrine-disrupting chemicals: an Endocrine Society scientific statement. **Endocrine Reviews**, Oxford, v. 30, n. 4, p. 293-342, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1210/er.2009-0002>.

DIAS, Bárbara. II Feira Tradicional Munduruku: cultura e resistência na Mundurukânia. **Conselho Indigenista Missionário**, 2017. Disponível em: II Feira Tradicional Munduruku: cultura e resistência na Mundurukânia | Cimi. Acesso em: 01 dez. 2024.

DIAS, F. F. *et al.* Contaminação ambiental por resíduos de agrotóxicos: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 29, p. 40-52, 2013.

DIAS, J. A. *et al.* Exposição a agrotóxicos e efeitos na saúde: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 38, n. 129, p. 85-94, 2013.

DINIZ, B.; SEIDL, R.; TUBALDINI, C. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma análise a partir do município de Lucas do Rio Verde (MT). In: CARNEIRO, F. F. *et al.* (org.). **Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2013. p. 63-72.

DINIZ, F. H.; SEIDL, A. F.; TUBALDINI, A. V. A expansão da fronteira agrícola e os impactos socioambientais no Cerrado brasileiro. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 15, n. 2, p. 45–60, 2013.

DOS SANTOS, N. R. et al. Disruptores endócrinos e puberdade precoce: estudo de coorte no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 25, p. e220018, 2022.

ECT GROUP. Quem é o dono da natureza? **Grupo de Ação sobre Erosão, Tecnologia e Concentração**. Canadá, 2008.

EJAREDAR, Maede et al. Phthalate exposure and children's neurodevelopment: a systematic review. **Environmental Research**, v. 156, p. 489-510, 2017.

EPSTEIN, Samuel S. **Foodborne Chemicals and Cancer**. Boca Raton: CRC Press, 1989.

EPSTEIN, Samuel S. **Hazardous Waste in America**. San Francisco: Sierra Club Books, 1976.

EPSTEIN, Samuel S. Pesticides and Public Health: A Call to Action. **Journal of Public Health Policy**, v. 15, n. 3, p. 355-370, 1994.

EPSTEIN, Samuel S. **Safe Food: Bacteria, Biotechnology, and Bioterrorism**. Berkeley: University of California Press, 1992.

EPSTEIN, Samuel S. **The Breast Cancer Prevention Program**. New York: Macmillan, 1996.

EPSTEIN, Samuel S. **The Legislation of Carcinogens**. Springfield: Charles C. Thomas, 1970.

EPSTEIN, Samuel S. **The Politics of Cancer**. New York: Anchor Press/Doubleday, 1987.

EPSTEIN, Samuel S. **Unreasonable Risk: The Politics of Industrial Chemicals**. New York: Macmillan Publishing Company, 1990.

ESTES, Michelle L.; MCALLISTER, A. Kimberley. Immune mediators in the brain and peripheral tissues in autism spectrum disorder. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 16, p. 469-486, 2016.

EUROPEAN COMISSION. Disponível em: [https://commission.europa.eu/index\\_en](https://commission.europa.eu/index_en). Acesso em: 02 mai. 2024.

FERNANDES, Tuane. Índia Munduruku durante protesto no Acampamento Terra Livre, Brasília, 2022. Fotografia. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/imprensa/exposicao-acampamento-terra-livre-20-anos-e-opcao-de-programa-cultural-gratuito-para-as-ferias-de-julho-na-capital-federal/>. Acesso em: 11 mai. 2025.

FERNANDEZ, M. A. S. et al. Occurrence of Imposex in *Thais haemastoma*: Evidences of Environmental Contamination Derived From Organotin Compounds in

Rio de Janeiro and Fortaleza, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.18, n.2, p.463-476, 2002.

FERREIRA, J. R. **Toxicologia ambiental**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

FERREIRA, L. G. **Exposição a interferentes endócrinos e os efeitos sobre o sistema endócrino humano**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2013.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Mapa de Conflitos**. Disponível em: <https://mapa-de-conflitos.ensp.fiocruz.br>. Acesso em: 22 abr. 2025.

FONSECA, A. M. *et al.* Impacto dos agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 35, n. 126, p. 75-84, 2010.

FREITAS, Debora Diniz; OLIVEIRA, Lúcia Helena Rangel de. **O que é justiça ambiental?** São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2012.

FREITAS, Hellen. Agrotóxicos: após decisão do STF, dez estados podem proibir pulverização por aviões. **Agência Pública**, 2023. Disponível em: <https://apublica.org/2023/06/agrotoxicos-apos-decisao-do-stf-dez-estados-podem-proibir-pulverizacao-por-avioes>. Acesso em: 10 mai. 2025.

FREITAS, Hellen. Estudo mostra pela 1ª vez que agrotóxicos cancerígenos são lançados de avião em SP. **Repórter Brasil**, 2022. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2022/10/estudo-mostra-pela-primeira-vez-que-agrotoxicos-cancerigenos-sao-lancados-de-aviao-em-sp/>. Acesso em: 10 mai. 2025.

FREITAS GUIMARÃES, João Roberto Penna de. Resíduos industriais na baixada santista: classificação e riscos. **Revista Ceciliana**. Santos: Universidade Santa Cecília, n. 22, ano 15, ago./dez.2004.

FREITAS GUIMARÃES, João Roberto Penna de. Toxicologia das emissões veiculares de diesel: um problema de saúde ocupacional e pública. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau: v.6, n.1, jan./abril 2004, p. 82-94.

FREITAS GUIMARÃES, João Roberto Penna de. Asbesto: saúde, meio ambiente e necessidade de conscientização quanto ao seu banimento. **Revista Científica Unimonte**. Santos: Universidade Monte Serrat, dez.2003, p. 35-44.

FRY, D. Michael. Reproductive effects in birds exposed to pesticides and industrial chemicals. **Environmental health perspectives**, v. 103, n. suppl 7, p. 165-171, 1995.

FUDVOYE, Julie et al. Endocrine disruptors and the thyroid: mechanisms and perspectives. **Trends in Endocrinology & Metabolism**, v. 25, n. 10, p. 593-604, 2014.

FUJII, K. *et al.* Behavior of endocrine-disrupting chemicals in leachate from MSW landfill sites in Japan. **Chemosphere**, v. 54, n. 8, p. 1235–1242, 2004.

FÜRHACKER, M.; SCHARF, S.; WEBER, H. Bisphenol A: emissions from point sources. **Chemosphere**, v. 41, n. 5, p. 751-756, 2000.

GANDINI, L. et al. Decline in sperm concentration: analysis of 62 studies. **Human Reproduction**, v. 15, n. 11, p. 2659-2667, 2000.

GARCÍA-CARPIZO, V. et al. The growing role of gene methylation on endocrine function. **Journal of Molecular Endocrinology**, v. 47, n. 2, p. R75–R89, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1530/JME-11-0059>.

GONÇALVES, G. M. S.; GURGEL, A. M. O uso de agrotóxicos em terras indígenas: estudo de caso com os Xukuru do Ororubá – Pernambuco. **Revista Katálysis**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 35-43, 2012.

GONÇALVES, L. O. et al. Efeitos dos agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 44, n. 135, p. 121-130, 2019.

GORE, Andrea C. et al. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. **Endocrine Reviews**, v. 36, n. 6, p. E1–E150, 2015. DOI: 10.1210/er.2015-1010.

GOULSON, D. An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, n. 4, p. 977-987, 2013.

GUILLETTE, L. J. J. et al. Developmental abnormalities of the gonad and abnormal sex hormone concentrations in juvenile alligators from contaminated and control lakes in Florida. **Environmental Health Perspectives**, Washington, DC, v. 103, n. Suppl 4, p. 157-164, 1995.

GUILLETTE, L. J. J. et al. **General and Comparative Endocrinology**, v. 116, p. 356-372, 1999.

GUILLETTE, L. J. J.; PICKFORD, D. B.; CRAIN, D. A.; ROONEY, A. A.; PERCIVAL, H. F. Reduction in penis size and plasma testosterone concentrations in juvenile alligators living in a contaminated environment. **General and Comparative Endocrinology**, v. 101, n. 1, p. 32-42, 1996.

GHISELLI, Gislaine. **Avaliação da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público na região de Campinas: ocorrência e determinação dos interferentes endócrinos (IE) e produtos farmacêuticos e de higiene pessoal (PFHP)**. 2008. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

GORE, A. C. et al. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. **Endocrine Reviews**, 36(6), E1-E150, 2015.

GROVER, D. P. et al. Endocrine disrupting activities in sewage effluent and river water determined by chemical analysis and in vitro assay. **Chemosphere**, v. 84, n. 10, p. 1512-1520, 2011.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HAITI. Ministère de l'Environnement. **Relatório institucional**. Port-au-Prince, 2001.

HARLEY, K. G. *et al.* Association of phthalates, parabens and phenols found in personal care products with pubertal timing in girls and boys. **Human reproduction**, 2019, 34(1), p. 109-117.

HARLEY, K. G. *et al.* Association of prenatal urinary phthalate metabolite concentrations and child body size and pubertal onset: A prospective cohort study. **Environmental Health Perspectives**, v. 129, n. 1, 017004, 2021. DOI: 10.1289/EHP7743. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/EHP7743>. Acesso em: 10 mai. 2025.

HARTMANN, Sonja; LACORN, Markus; STEINHART, Hans. Natural occurrence of steroid hormones in food. **Food chemistry**, v. 62, n. 1, p. 7-20, 1998.

HENRY, M. *et al.* A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. **Science**, v. 336, n. 6079, p. 348-350, 2012.

HENSHER, M. Pharmaceuticals in the water: an overview of issues and policy options. **Australian Health Review**, v. 41, n. 5, p. 545-555, 2017. <https://doi.org/10.1071/AH16131>

HERCULANO, Selene. O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 1-17, jan./abr. 2008. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/56732716/o-clamor-por-justica-ambiental-e-contra-o-racismo-ambiental>. Acesso em: 10 abr. 2021.

HERTZ-PICCIOTTO, Irva *et al.* The CHARGE Study: An epidemiologic investigation of genetic and environmental factors contributing to autism. **Environmental Health Perspectives**, v. 114, n. 7, p. 1119–1125, 2006.

HUGHES, I. A. Early puberty: causes and consequences. **Journal of the Endocrine Society**, v. 57, n. 3, p. 360-368, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 06 mai. 2024.

INÁCIO, T. S. Bisfenol A: um potencial risco à saúde oriundo do aquecimento de alimentos em recipientes plásticos. Ensaio: **Revista de Ciências da Saúde**, v. 22, n. 2, p. 99–108, 2018. Disponível em: ResearchGate. Acesso em: 07 mai. 2025.

JOBLING, S. *et al.* Identification of estrogenic effects in wild fish – Screening and detailed studies of the effects of sewage effluents on reproductive physiology. **Environmental Science & Technology**, v. 32, n. 17, p. 2498-2506, 1998.

KABIR, E. R.; RAHMAN, M. S.; RAHMAN, I. A review on endocrine disruptors and their possible impacts on human health. **Environmental Toxicology and**

**Pharmacology**, Amsterdam, v. 40, n. 1, p. 241–258, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2015.06.009>. análise crítica. *Journal of Environmental Health*, v. 65, n. 4, p. 455-462, 2017.

KOHLHEPP, G. Sobre o assassinato de Chico Mendes: causas e consequências. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 2, p. 71-89, 1992.

KRAEMAER, D. M. **Análise da presença de contaminantes emergentes em esgoto sanitário: monitoramento e eficiência de remoção em estação de tratamento**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br>. Acesso em: 07 mar. 2025.

LA MERRILL, Michele A. *et al.* Consensus on the key characteristics of endocrine-disrupting chemicals as a basis for hazard identification. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 16, p. 45–57, 2020. DOI: 10.1038/s41574-019-0273-8.

LANDRIGAN, Philip J. What causes autism? Exploring the environmental contribution. **Current Opinion in Pediatrics**, v. 24, n. 2, p. 219-225, 2012.

LANDRIGAN, Philip J.; GOLDMAN, Lynn R. Children's vulnerability to toxic chemicals: a challenge and opportunity to strengthen health and environmental policy. **Health Affairs**, [S.l.], v. 30, n. 5, p. 842–850, 2011.

LARINI, L. **Toxicologia dos agrotóxicos: princípios, propriedades, riscos e danos à saúde**. São Paulo: Livraria Varela, 1997.

LARINI, L. **Toxicologia dos alimentos**. São Paulo: Varela, 1997.

LARINI, L. **Toxicologia dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1999.

LEADER, Benjamin *et al.* Paternal environmental exposures and offspring neurodevelopmental outcomes: A review of human and animal studies. **Environmental Research**, v. 223, p. 115381, 2023.

LIMA, M. A. *et al.* Exposição a agrotóxicos e efeitos na saúde: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 39, n. 131, p. 95-104, 2014.

LOBO, R. Sofrimento moral e saúde do trabalhador: uma abordagem crítica. **JusBrasil**, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/sofrimento-moral-e-saude-do-trabalhador>. Acesso em: 01 mai. 2025.

LYALL, Kristen *et al.* Early environmental exposures and autism spectrum disorder: A review of studies from the CHARGE and EMA projects. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 5, p. 2392, 2021.

LI, W. H. *et al.* Seasonal occurrence of antibiotics in a sewage treatment plant and their distribution in the sludge and effluent. **Science of the Total Environment**, v. 615, p. 1139–1146, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.045>.

- LIMA, E. C. *et al.* Contaminação por bisfenol A em águas superficiais: ocorrência e remoção por tratamento convencional. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 3, p. 381-393, 2017.
- LIMA, J. R. Uso indiscriminado de medicamentos e seus impactos ambientais. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 2, p. 123-130, 2010.
- LÓPEZ DE ALDA, M. J.; BARCELÓ, D. Liquid chromatography–tandem mass spectrometry for the analysis of pharmaceutical residues in environmental samples: a review. **Journal of Chromatography A**, v. 911, n. 1, p. 203–210, 2001.
- LYALL, Kristen *et al.* Polybrominated diphenyl ethers and autism spectrum disorder: findings from the Early Autism Risk Longitudinal Investigation. **Environmental Health Perspectives**, [S.l.], v. 125, n. 1, 2017.
- LYTLE, Mark Hamilton. **The gentle subversive: Rachel Carson, Silent Spring, and the rise of the environmental movement**. Oxford University Press, 2007.
- MACEDO, D. B. *et al.* Puberdade precoce: revisão sobre mecanismos fisiológicos e causas patológicas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 58, n. 2, p. 145-152, 2014.
- MACHADO, Laércio. A geopolítica do desastre: Mariana, Brumadinho e o colapso da mineração. **Revista Geografias**, v. 15, n. 2, p. 93-115, 2019.
- MARTINS, I.; LIMA, L. C. Agrotóxicos: impactos na saúde e no ambiente. **Ciência e Cultura**, v. 53, n. 4, p. 25-28, 2001.
- MATHUR, V. *et al.* Breast cancer incidence and exposure to pesticides among women originating from Jaipur. **Environmental International**, v. 28, n. 5, p. 331-336, 2002. DOI: 10.1016/S0160-4120(02)00035-5.
- MATOS, R. C. *et al.* Impactos dos agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 45, n. 136, p. 135-144, 2022.
- MATUO, Yuriko Kanashiro. **Contaminação do leite humano por organoclorados**. Jaboticabal: FUNEP, 1990, 99 p.
- MATUO, Yuriko Kanashiro. **Ecotoxicologia aquática**. Campinas: UNICAMP, 1990.
- McGINN, A. P. **Why Poison Ourselves? A Precautionary Approach to Synthetic Chemicals**. Washington, DC: Worldwatch Institute, 2004.
- McGINN, D. The impact of phthalate esters in the environmental and human health - Are these compounds, a necessary evil? **ResearchGate**, 2004. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/287319720\\_The\\_impact\\_of\\_phthalate\\_esters\\_in\\_the\\_environmental\\_and\\_human\\_health\\_-\\_Are\\_these\\_compounds\\_a\\_necessary\\_evil](https://www.researchgate.net/publication/287319720_The_impact_of_phthalate_esters_in_the_environmental_and_human_health_-_Are_these_compounds_a_necessary_evil). Acesso em: 07 mai. 2020.
- McGINN, J. E. **Promovendo a saúde sexual e reprodutiva: experiências e estratégias de ONGs**. Rio de Janeiro: IPAS Brasil, 2004.

MENDES, R. *Patologia do trabalho*. Rio de Janeiro: Atheneu, 1997.

MÉDICOS SEM FRONTEIRAS. Disponível em: <https://www.msf.org.br>. Acesso em: 14 jun. 2023.

MEDPUC-RIO. **Efeitos dos poluentes ambientais no desenvolvimento neurológico infantil**. Núcleo de Medicina Ambiental, PUC-Rio, 2022.

MILNES, Matthew R. *et al.* Contaminant-induced feminization and demasculinization of nonmammalian vertebrate males in aquatic environments. **Environmental Research**, v. 100, n. 1, p. 3-17, 2006.

MORACCI, L. L. B. **Determinação de agrotóxicos em lodo de estações de tratamento de água**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br>. Acesso em: 07 dez. 2021.

MOREIRA, J. C.; MOREIRA, P. F. Os efeitos dos agrotóxicos sobre a saúde dos trabalhadores rurais. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 1, p. 39-46, 2004.

MORELLO-FROSCH, Rachel *et al.* Environmental justice and regional inequality in southern California: implications for future research. **Environmental Health Perspectives**, v. 119, n. 6, p. 880–887, 2011. DOI: 10.1289/ehp.1002941.

MOTTA, E. V. S. *et al.* Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 41, p. 10305-10310, 2018.

MULTIGNER, L.; OLIVA, A. Pesticide impact on the reproductive function in humans. **Médecine/Sciences**, v. 18, n. 4, p. 408-413, 2002.

MUNDO melhor. [S. l.]: [s. n.], 2008. 1 vídeo (1 min). Publicado pelo canal Leonardo Cavalcanti, 27 set. 2008. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7y4EnsSW814>. Acesso em: 22 dez. 2021.

MUÑOZ-DE-TORO, M. *et al.* Perinatal exposure to bisphenol-A alters peripubertal mammary gland development in mice. **Endocrinology**, v. 147, n. 6, p. 2548-2557, 2006. DOI: 10.1210/en.2005-1014.

MUSTIELES, Víctor; FERNÁNDEZ, Mariana F. Bisphenol A and human health: A review of the literature. **Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 12, p. 4047, 2020.

NASCIMENTO, J. L. *et al.* Exposição a agrotóxicos e efeitos na saúde: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 42, n. 135, p. 111-120, 2017.

NEVES, Juliana. **Alterações cognitivas induzidas por PBDEs: mecanismos neurobiológicos e implicações sociais**. Tese (Doutorado em Neurociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

NICOLOPOULOU-STAMATI, P.; MAKRIS, K. C.; HOFER, T. Endocrine disrupting chemicals: a challenge for environmental risk assessment. **Toxicology**, v. 181-182, p. 367-370, 2002.

NIEHS – NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL HEALTH SCIENCES.

**Endocrine Disruptors**. 2020. Disponível em:

<https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/endocrine/index.cfm>. Acesso em: 06 out. 2024.

OEGEMA, Renske *et al.* Early neurodevelopmental trajectories and risk for attention-deficit/hyperactivity disorder. **European Child & Adolescent Psychiatry**, v. 29, n. 3, p. 321-332, 2020.

OLEA, N. *et al.* Endocrine disruptors and human health. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 59, p. 301-311, 2002.

OLIVEIRA, M. T. *et al.* Impacto dos agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 43, n. 136, p. 125-134, 2018.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Autism spectrum disorders**.

Genebra, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>. Acesso em: 06 mai. 2025.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Critères d'hygiène de**

**l'environnement: DDT et dérivés**. Genève: OMS, 1982. 209 p. (Critères d'hygiène de l'environnement; v. 9). ISBN 9242540692.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **State of the science of endocrine disrupting chemicals – 2012**. Geneva: WHO/UNEP, 2014. Disponível em:

<https://www.who.int/publications/i/item/9789241505031>. Acesso em: 7 maio 2025.

ONG critica nível de poluição no estuário. **A Tribuna**, Santos: 22 ago.2004, p.A-7.

OSKAR, Marianne *et al.* Prenatal exposure timing and neurodevelopmental outcomes: A systematic review. **NeuroToxicology**, v. 94, p. 150-162, 2024.

ORFIELD, G. *et al.* Statement of American Social Scientists of Research on School Desegregation to the U.S. Supreme Court in Parents v. Seattle School District and Meredith v. Jefferson County. **The Urban Review**, 40 (1): 96-136, 2008.

OSKAR, Marianne *et al.* Prenatal exposure timing and neurodevelopmental outcomes: A systematic review. **NeuroToxicology**, v. 94, p. 150-162, 2024.

ÖZEN, S.; DARCAN, S. Effects of endocrine disruptors on pubertal development.

**Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology**, v. 3, n. 1, p. 1–6, 2011.

PACHECO, T. S. Racismo ambiental e comunidades quilombolas: a invisibilidade como estratégia de dominação. **Cadernos de Territórios Negros**, v. 4, n. 1, p. 85-102, 2018.

PARÁGRAFO 2. Territórios indígenas no Brasil e o modo como o Estado Brasileiro trata os povos originários: o caso dos Guaraní Kaiowá, 01 fev. 2016. Charge: Latuff. Disponível em: Territórios indígenas no Brasil e o modo como o Estado Brasileiro trata os povos originários: o caso dos Guaraní Kaiowá – Parágrafo 2. Acesso em: 15 jun. 2021.

PARANÁ (Estado). Secretaria da Saúde. **Regionais de Saúde** [Internet]. 2017. Disponível em: <http://www.saude.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=2752>. Acesso em: 07 dez. 2024.

PARENT, A. S. *et al.* The timing of normal puberty and the age limits of sexual precocity: variations around the world, secular trends, and changes after migration. **Endocrine Reviews**, v. 24, n. 5, p. 668-693, 2003.

PATNAIK, P. **A comprehensive guide to the hazardous properties of chemical substances**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 2002.

PATNAIK, P. **Handbook of environmental analysis: chemical pollutants in air, water, soil, and solid wastes**. Boca Raton: CRC Press, 2002.

PAWLOWSKI, S. *et al.* Estrogenicity of sewage treatment plant effluents in Germany and comparison with effluents from the United Kingdom. **Science of the Total Environment**, v. 302, n. 1-3, p. 179-188, 2003.

PELLERANO, Lídia. **A alimentação contaminada: impactos da industrialização sobre a saúde humana**. São Paulo: Expressão Popular, 2017.

PENG, Y. C. *et al.* Sublethal effects of imidacloprid on honey bee colony performance. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 5, p. 1774-1780, 2014.

PENG, Y.; HIGAKI, T.; MATSUMOTO, Y.; SAKAGAMI, T.; OKADA, R. Effect of olfactory stimulus on the flight course of a honeybee, *Apis mellifera*, in a wind tunnel. **Insects**, v. 5, n. 1, p. 92–104, 2014. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4450/5/1/92>. Acesso em: 02 out. 2019.

PENTEADO, M. O.; VAZ, R. M. Disruptores endócrinos: uma abordagem ambiental. **Revista de Saúde Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 45-52, 2001.

PEREIRA, Elenita Malta. Rachel Carson, ciência e coragem. **Ciência hoje**, São Paulo, v. 50, n. 296, 2012.

PEREIRA, Elenita Malta. Agrotóxicos, interesses e anti-jornalismo. Biodiversidad en América Latina. **Alterpresse**, 2012. Disponível em: [https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Agrotoxicos\\_interesses\\_e\\_anti-jornalismo](https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Agrotoxicos_interesses_e_anti-jornalismo). Acesso em: 10 mai. 2025.

PEREIRA, L. C.; DORIA, D. J.; OLIVEIRA, D. P. Pesticides: an overview of the toxicological effects on humans and animals. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 3, p. 558-566, 2011.

PEREIRA, L. C. *et al.* Atrazine exposure promotes biochemical changes and histopathological alterations in the gills and liver of a Neotropical fish species (*Piaractus mesopotamicus*). **Chemosphere**, v. 82, n. 1, p. 10-18, 2011. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2010.10.023.

PEREIRA, L. C. *et al.* Efeitos dos pesticidas sobre o sistema endócrino: uma revisão. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 24, n. 2, p. 123-132, 2011.

PERES, F. Avaliação de risco e comunicação de riscos à saúde decorrentes da exposição a contaminantes ambientais. *In*: PERES, F.; MOREIRA, J. C. (org.). **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2011. p. 47-74.

PETERSON, E. W.; DAVIS, R. K.; ORNDORFF, H. A. **17  $\beta$ -Estradiol as an indicator of animal waste contamination in mantled karst aquifers**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, 2000.

PFEIFFER, W. C.; LIMA, M. O.; SILVA, E. R. Contaminação por mercúrio em populações indígenas da Amazônia: impactos à saúde e aos direitos humanos. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 5, p. e00001721, 2021.

PIGNATI, W. A. *et al.* Exposição humana aos agrotóxicos e a contaminação ambiental: uma realidade nos municípios do agronegócio. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 429-437, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000200015>.

PISA, L. W. *et al.* Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 1, p. 68-102, 2015.

POULIQUEN, A. Endocrine toxicity of atrazine and its underlying mechanisms. **Toxicology**, v. 505, p. 153846, 2024. DOI: 10.1016/j.tox.2024.153846. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300483X24001276>. Acesso em: 10 mai. 2025.

RAIMUNDO, C. C. **Monitoramento e análise de contaminantes emergentes em ambientes aquáticos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://repositorio.usp.br>. Acesso em: 25 fev. 2020.

RAJGOPAL, T. Neurotoxicity of DDT: a review of epidemiological evidence. **Environmental Research**, [S.l.], v. 102, n. 1, p. 1–10, 2006.

RAMOS, R. S. *et al.* Exposição a agrotóxicos e efeitos na saúde: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 46, n. 137, p. 145-154, 2021.

REBOLLEDO-SOLLEIRO, D. *et al.* Endocrine disruptors and neurodevelopmental disorders: a critical review. **Frontiers in Neuroscience**, [S.l.], v. 15, 2021.

REYS, L. L. Tóxicos ambientais desreguladores do sistema endócrino. **RFML Série III**, v. 6, n. 4, p. 213-225, 2001.

- RICHARD, S. et al. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 6, p. 716–720, 2005. <https://doi.org/10.1289/ehp.7728>.
- RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 7, p. 1360-1362, 2014.
- RODRIGUES, M. A. *et al.* Impactos dos agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 37, n. 127, p. 85-94, 2013.
- RODRIGUES, M. A. *et al.* Toxicologia dos agrotóxicos: efeitos na saúde humana e ambiental. **Revista de Saúde e Meio Ambiente**, v. 8, n. 2, p. 56-68, 2013.
- RODRIGUES, Patrícia Mendonça. **Relatório de atividades: Terra Indígena Munduruku**. Brasília: Projeto Integrado de Proteção às Populações e Terras Indígenas da Amazônia Legal (PPTAL), 2002.
- RUDEL, Ruthann A. et al. Phthalates, alkylphenols, pesticides, polybrominated diphenyl ethers, and other endocrine-disrupting compounds in indoor air and dust. **Environmental science & technology**, v. 37, n. 20, p. 4543-4553, 2003.
- RUDEL, Ruthann A.; PEROVICH, Laura J. Endocrine disrupting chemicals in indoor and outdoor air. **Atmospheric Environment**, [S.l.], v. 43, n. 1, p. 170-181, 2009.
- RUNDLÖF, M. *et al.* Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. **Nature**, v. 521, n. 7550, p. 77-80, 2015.
- RUST, P. Bird populations as sentinels of endocrine disrupting chemicals. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanità**, v. 46, n. 1, p. 81–88, 2010. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/aiss/2010.v46n1/81-88/en/>. Acesso em: 11 mai. 2025.
- SAFE, S. H. Endocrine disruptors and human health: is there a problem? An update. **Environmental Health Perspectives**, Washington, DC, v. 108, n. 6, p. 487-493, 2000.
- SALLUM, Alexandre. A primavera silenciosa de Rachel Carson. **Revista Ecológico**, 14 fev. 2012. Disponível em: <http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=42&secao=536&mat=565>. Acesso em: 24 nov. 2016.
- SANTAMARTA, J. Ameaça dos disruptores endócrinos. **Revista de Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.2, n.3, p.18-29, 2001.
- SANTAMARTA, J. C. **Endocrine Disrupting Chemicals: a Threat to Children's Health**. Madrid: Fundación Vivo Sano, 2001.
- SANTOS, Layza da Silva; RIBEIRO, Wagner Costa. Racismo ambiental e desigualdade socioambiental: contribuições para a justiça ambiental no Brasil.

**Cadernos Metr pole**, São Paulo, v. 22, n. 48, p. 447-466, 2020. Disponível em <https://revistas.pucsp.br/metropole/article/view/45686>. Acesso em: 04 abr. 2024.

SANTOS, L. R. *et al.* Exposi o a agrotóxicos e efeitos na saúde: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 47, n. 138, p. 155-164, 2020.

SANTOS, M. A. *et al.* Efeitos ambientais de piretroides sintéticos sobre organismos aquáticos. **Revista Brasileira de Ecotoxicologia**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 75-82, 2007.

SANTOS, V. S. *et al.* Exposi o ocupacional e ambiental a agrotóxicos e impactos na saúde reprodutiva: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 45, e13, 2020. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000039418>.

SANTOS FILHO, El dio *et al.* Grau de exposi o a praguicidas organoclorados em moradores de aterro a céu aberto. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo: v.37, n.4, ago.2003.

SCHUG, T. T., Janesick, A., Blumberg, B., & Heindel, J. J. Endocrine disrupting chemicals and disease susceptibility. **The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, 127(3-5), 204-215, 2011.

SEMBLANTE, C. B. *et al.* Occurrence and removal of organic micropollutants in sewage sludge treatment. **Science of the Total Environment**, v. 527-528, p. 225-242, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.091>.

SERPA, Flávio de Carvalho. Primavera Silenciosa. Como a bióloga marinha Rachel Carson despertou a consciência ambiental planetária. **Planeta Sustentável**, 06 nov. 2012. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/estante/livro-primavera-silenciosa-rachel-carson-ed-gaia-700826.shtml?func=2>. Acesso em: 24 nov. 2016.

SHEN, H. *et al.* Effect of perfluorooctanoic acid concentration in follicular fluid on embryo quality and follicular fluid metabolites. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 258, p. 115218, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115218>.

SILVA, Aloisio Barros da. Racismo ambiental: o caso da comunidade negra de São Lourenço da Mata/PE. *In*: HERCULANO, Selene (org.). **Os labirintos da solidariedade: alianças e antagonismos da questão ambiental no Brasil**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007, p. 217-234.

SILVA, D. R. *et al.* Impacto dos agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 40, n. 132, p. 105-114, 2015.

SILVA, F. J. O. da. **Avalia o da qualidade das águas de poços distribuídas para a popula o de uma cidade do interior da Paraíba**. 2016. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Gradua o em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/14268>. Acesso em: 06 mai. 2025.

SILVA, J. A. *et al.* Exposição a agrotóxicos e efeitos na saúde: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 44, n. 137, p. 135-144, 2019.

SILVA, M. H. M. *et al.* Agrotóxicos e saúde: panorama da exposição e efeitos em trabalhadores rurais. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 8, p. 2579-2588, 2015.

SIM, W. J.; LEE, J. W.; OH, J. E. Occurrence and distribution of selected pharmaceutical in surface waters of Korea. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 20, p. 4503-4510, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.06.014>.

SINAN, K. The hidden epidemic: children and environmental neurotoxicity. **Pediatrics International**, [S.l.], v. 58, n. 3, p. 181–192, 2016.

SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. Contaminação por metais pesados em chorume de aterros sanitários e lixões no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 1, p. 123–131, 2003.

SIVITER, H. *et al.* Field-realistic neonicotinoid exposure has sub-lethal effects on non-Apis bees: A meta-analysis. **Ecology Letters**, v. 23, n. 3, p. 619-629, 2020.

SKARHA, John; WANG, Pei-Wen; *et al.* Paternal exposure to bisphenol A and neurodevelopmental outcomes in offspring. **Environmental Health Perspectives**, v. 128, n. 10, p. 107005, 2020.

SKINNER, Michael K. Environmental stress and epigenetic transgenerational inheritance. **BMC Medicine**, v. 12, n. 153, 2014. DOI: 10.1186/s12916-014-0153-y.

SOARES, J. A. **Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de agrotóxicos em lodo de estação de tratamento de água por GC-MS. 2015.** Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015. Disponível em: <https://repositorio.furg.br/handle/1/8330>. Acesso em: 30 jun. 2022.

SOLÉ, M.; RALDUA, D.; BARCELÓ, D. Estrogenicity of paper mill effluents in feral fish living downstream from a bleached kraft mill in the Ebro River (Northeast Spain). **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 22, n. 5, p. 1057-1061, 2003.

SOLLEIRO-VILLAVICENCIO, Héctor *et al.* Pre- and postnatal exposure to endocrine disruptors and executive functioning in children: A review. **Environmental Research**, v. 186, p. 109522, 2020.

SOTO, Ana M. *et al.* Environmental endocrine disruptors: short- and long-term consequences for human health. **Journal of Endocrinology**, [S.l.], v. 237, n. 2, p. R57–R64, 2017.

SOUZA, A. P. *et al.* Impactos dos agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 41, n. 134, p. 115-124, 2016.

SOUZA, D. D. A presença de fármacos em ambientes aquáticos e seus riscos à saúde e ao meio ambiente. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n.

53, p. 122-132, 2019. Disponível em: <https://rbciamb.com.br>. Acesso em: 28 abr. 2021.

SOUZA, Líria Alves de. *DDT. Brasil Escola*, [s.d.]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/ddt.htm>. Acesso em: 21 set. 2024.

SOUZA, M. L.; CORRÊA, M. F. Impactos da exposição a metais pesados sobre a saúde de populações vulneráveis. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 14, n. 3, p. 43-58, 2019.

SPRITZER, P. M. *et al.* Distúrbios da puberdade: puberdade precoce e puberdade atrasada. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 45, n. 5, p. 491-499, 2001.

STACKELBERG, P. E. *et al.* Persistence of pharmaceutical compounds and other organic wastewater contaminants in a conventional drinking-water-treatment plant. **Science of the Total Environment**, v. 377, p. 255-272, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.01.095>

STEPHENS, V. R. Hormonal carcinogenesis and xenoestrogens: molecular mechanisms and public health concerns. **Journal of Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 62, n. 3, p. 145-159, 2021.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Debate contemporâneo: geografias ou geografia? Fragmentação ou totalização. **GEOgraphia (UFF), Niterói**, v. 19, n. 40, p. 16-23, 2017.

SUMPTER, John P. Feminization of fish in rivers by estrogenic chemicals. **Environmental Health Perspectives**, v. 103, n. 7, p. 173-178, 1995.

SUNG-Ae Hyun; MINHAN, Ka. Bisphenol A (BPA) and neurological disorders: an overview. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 173, 2024.

SWAN, S. H. *et al.* Decrease in Anogenital Distance among Male Infants with Prenatal Phthalate Exposure. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 8, p. 1056–1061, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.8100>. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/ehp.8100>. Acesso em: 07 dez. 2012.

SWAN, S. H. Environmental phthalate exposure in relation to reproductive outcomes and other health endpoints in humans. **Environmental Research**, 108 (2), 177-184, 2008.

TERNES, T. A.; KRECKEL, P.; MUELLER, J. Behavior and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants. **Science of the Total Environment**, v. 225, p. 81-90, 1999.

TEVES, G. T. Toxicologia ambiental: avaliação da contaminação humana por metais pesados. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 14, n. 1/2, p. 43-48, 2001.

TEVES, S. A. Metais pesados em resíduos sólidos urbanos: estudo de caso na cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 45-52, 2001.

THE ENDOCRINE SOCIETY. Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. **Endocrine Reviews**, 36(6), E1-E150, 2009.

THÉODAT, J. Marie. **Port-au-Prince en sept lieues**, 2013. Disponível em: <https://www.cairn.info/revue-oultre-terre-2013-1-page-123.htm>. Acesso em: 17 jul. 2020.

TOLLOTO, D. M. S. **Exposição aos disruptores endócrinos e as diferenças na diferenciação sexual: uma revisão sistemática da literatura**. 2020. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2020.

TOLLOTO, Gilce Helena Vaz. **Singularidades na ontogênese das diferenças do desenvolvimento sexual: perspectivas da Medicina e da Psicologia**. 2020.

TORRES, João Paulo Machado *et al.* Persistent organic pollutants in two reservoirs along the Paraíba do Sul-Guandu River system, Rio de Janeiro, Brazil. **Química Nova**, v. 25, n. 1, p. 117-124, 2002.

TOSI, S. *et al.* Neonicotinoid pesticides and nutritional stress synergistically reduce survival in honey bees. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 284, n. 1869, p. 20171711, 2017.

TRIPODIANAKIS, A. *et al.* Luteinizing hormone and testosterone levels in male schizophrenia patients. **Neuroendocrinology Letters**, [S.l.], v. 27, n. 6, p. 849–854, 2006.

UNICA – UNIÃO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR. Disponível em: <https://unica.com.br/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

UNITED CHURCH OF CHRIST. Commission for Racial Justice. **Toxic wastes and race in the United States: a national report on the racial and socio-economic characteristics of communities with hazardous waste sites**. New York: United Church of Christ, 1987.

USA. U.S. Environmental Protection Agency. **Special Report on Environmental Endocrine Disruption: An Effects Assessment and Analysis**. EPA/ 630/R-96/012. Risk Assessment Forum. Washington, D.C.: EPA, 1997.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Special report on environmental endocrine disruption: An effects assessment and analysis. **Risk Assessment Forum**, EPA/630/R-96/012, Washington, DC, 1997.

VAN DER SLUIJS, J. P. *et al.* Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 5, n. 3-4, p. 293-305, 2013.

VANDENBERG, Laura N. Exposure to bisphenol A in Canada: Is it safe? **Canadian Medical Association Journal**, v. 176, n. 4, p. 449-453, 2007.

VANDENBERG, Laura N. et al. Hormones and endocrine-disrupting chemicals: Low-dose effects and nonmonotonic dose responses. **Endocrine Reviews**, v. 33, n. 3, p. 378-455, 2012.

VARRICCHIO, Marcia. Saúde, meio ambiente e vulnerabilidade social: elementos para uma reflexão crítica sobre a equidade. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 113- 126, 2001.

VARRICCHIO, Marcia. Racismo ambiental: toxicologias e injustiças invisíveis. **Revista Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 295–308, 2010.

VARRICCHIO, Marcia. Saúde, direitos e meio ambiente: da invisibilidade à interdependência. **Revista Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 130, p. 878-891, 2021.

VIEIRA, M. A.; SANTOS, J. P.; GALBES, F. G. Trabalho em contato com pentaclorofenol. **Revista Brasileira de Saúde**, 1981.

VOLKE, Vânia *et al.* Imunotoxicidade ambiental e desenvolvimento neurológico: interações complexas. **Revista de Neurociências**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 461–472, 2020.

WAISSMANN, William. Health surveillance and endocrine disruptors. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro: v.18, n.2, mar./abr. 2002.

WANG, G. *et al.* Prenatal exposure to mercury and precocious puberty: a prospective birth cohort study. **Human reproduction**, 2021, 36 (3).

WANG, Pei-Wen et al. Paternal exposure to endocrine-disrupting chemicals and offspring neurodevelopment: Emerging evidence. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 96, p. 104042, 2024.

WEBER, R. F. A. *et al.* Increased incidence of testicular cancer and endocrine disruption: a possible relationship. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 59, p. 87–92, 2002.

WEBER, F. A. *et al.* Pharmaceuticals in the environment: origin, effects, and potential solutions. **Environmental Sciences Europe**, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2014.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors**. Geneva: WHO/PCS, 2001.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Principles for Evaluating Health Risks to Reproduction Associated with Exposure to Chemicals**. Geneva: 2001. Disponível em: <http://www.inchem.com>. Acesso em: 10 nov. 2004.

WILKINSON, C. F.; LAMB, J. C. IV. The potential health effects of phthalate esters in children's toys: a review and risk assessment. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 30, n. 2, p. 140–155, 1999.

WILLIAMS, D. R. Racism and Health. *In*: WHITFIELD, K.E. Closing the Gap: Improving the Health of Minority Elders in the New Millennium. Washington, D.C.: **Gerontological Society of America**, 2004, p. 69-80.

WILLIAMS, D. R.; COLLINS, C. Racial Residential Segregation: A Fundamental Cause of Racial Disparities in Health. **Public Health Reports**, 116 (5): 404-416, 2001.

WILLIAMS, D. R.; MOHAMMED, S. A. Pathways and Scientific Evidence. **American Behavioral Scientist**, 57(8): 1152-1173, 2013a.

WOLFF, M. S.; TONIOLO, P. G.; LEE, E. W.; RIVERA, M. & DUBIN, N. Blood levels of organochlorine residues and risk of breast cancer. **Journal of the National Cancer Institute**, 85:648-652, 1993.

WOODCOCK, B. A. *et al.* Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. **Science**, v. 356, n. 6345, p. 1393-1395, 2017.

WOZNIAK, Ann L.; BULAYEVA, Nataliya N.; WATSON, Cheryl S. Xenoestrogens at picomolar to nanomolar concentrations trigger membrane estrogen receptor- $\alpha$ -mediated  $Ca^{2+}$  fluxes and prolactin release in GH3/B6 pituitary tumor cells. **Environmental health perspectives**, v. 113, n. 4, p. 431-439, 2005.

XELEGATI, R. M.; ROBAZZI, M. L. C. C. Exposição ocupacional ao chumbo: implicações à saúde do trabalhador. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 11, n. 5, p. 682-688, 2003.

ZAGER, Adriana *et al.* Neuroimunologia e desenvolvimento: o impacto da inflamação pré-natal. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 310–318, 2013.

ZHU, W. *et al.* Sublethal effects of imidacloprid on honey bee colony performance at different stages of development. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 4, p. 1411–1418, 2014.

ZOPPÉ, Heloísa *et al.* Bisphenol A and neurodevelopmental disorders: A systematic review and meta-analysis. **Environmental Pollution**, v. 300, p. 118957, 2022.

ZUBLER, Jason M. *et al.* Developmental Milestones: Revising the CDC's checklists for developmental surveillance. **Pediatrics**, v. 149, n. 3, p. e2021052138, 2022.

## ANEXO 1

### MÉTODO

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica e qualitativa para investigar a relação entre disruptores endócrinos, saúde mental, sistema reprodutor e racismo ambiental no período de 2002 à 2024. As principais fontes de busca foram os bancos de dados eletrônicos da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Web of Science e Scientific Electronic Library (SciELO), PubMed/ Medline, voltados especificamente para publicações nas áreas médicas, psicologia social e ambiental. Foram utilizadas estratégias de busca com as seguintes palavras-chave: disruptor endócrino, racismo ambiental, desigualdade racial, poluente ambiental, transtorno reprodutivo, transtorno mental, saúde mental. Posteriormente para refinar os resultados, as palavras chaves foram combinadas e selecionadas devido a relevância para o tema da pesquisa com as seguintes palavras em português e inglês respectivamente :

- 1-“Disruptor endócrino” e “saúde ambiental “endocrine disruptor and environmental health
- 2-“Disruptor endócrino” e “saúde mental“- endocrine disruptor and mental health”,
- 3-“Disruptor endócrino e poluente ambiental-“disruptor endocrine e environmental pollutants”,
- 4-“Poluente ambiental e reprodução – “environmental pollutants” and reproductive”
- 5-,”Poluente ambiental e saúde mental “ “environmental pollutants and mental health “,
- 6- “Desigualdade racial na saúde” - inequality racial in health
- 7- “Racismo ambiental “- “environment racismo”.

Os descritores foram aplicados de modo a priorizar as pesquisas que discutissem a relação entre os disruptores endócrinos, saúde reprodutiva, mental e racismo ambiental. A definição de estratégia de busca também considerou as seguintes expressões e associações: 'Brasil', associado aos grupos 'agrotóxicos', 'inseticidas', 'praguicidas', 'resíduos de praguicidas', 'agroquímicos', 'carcinógenos ambientais', 'poluentes ambientais'. Foram aplicados os seguintes critérios de inclusão para seleção das publicações sobre o tema: Foram incluídos na pesquisa artigos publicados no período de março / 2002 a outubro / 2024, contemplando publicações nacionais e internacionais. Foram considerados, além dos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, os países de realização dos estudos, com o intuito de analisar possíveis variações regionais nos resultados e interpretações.

No entanto, publicações anteriores a esse intervalo foram mencionadas quando seu conteúdo era relevante para o contexto histórico da pesquisa, contribuindo para a compreensão da evolução do tema estudado. Os textos deveriam estar completos, com

acesso aberto, nos idiomas inglês e português. Para uma maior objetividade, foram excluídas da pesquisa produções que não contemplavam esses critérios como manuais, trabalhos de conclusão de curso, resenhas, notas, artigos pagos e/ou que não possuíam acesso total ao seu conteúdo, assim como aqueles que não tinham associação com o tema proposto de forma específica. Esta abordagem foi adotada para garantir uma ampla cobertura de fontes e reunir as melhores evidências disponíveis para uma revisão bibliográfica completa e precisa. As informações foram sintetizadas para identificar tendências, lacunas na literatura e áreas de consenso entre os estudos revisados assegurando a qualidade e relevância das fontes utilizadas na construção do presente estudo, e o percurso metodológico detalhado em anexo 1.

Fluxograma apresentando o percurso da pesquisa na Base de dados com amostragem final após o refinamento dos resultados :

**Tabela 1 – Resultados da busca nas bases de dados conforme os descritores utilizados**

<b>Descritores utilizados</b>	<b>PubMe</b>	<b>BVS</b>	<b>SciELO</b>	<b>lilacs</b>
Environmental health	1935	0	2	
Environmental health and endocrine disruptor	20	0	0	
Environmental pollutants and endocrine disruptor	9	59	1	
Environmental pollutants and cancer	15	69	5	
Environmental pollutants and reproductive	66	95	4	
Environmental pollutants and puberdade	192	0	0	
Environmental pollutants and mental health	2	0	0	
Environmental racism and health	5	0	0	
Environmental racism and mental health	3	376	2 53	
Racial inequality in health of the black	2	0	4	
Racism health	39	39	0	
Racism health inequities	10	10	0	
Endocrine disruptor and mental health	2	72	0	2
Endocrine disruptor reproductive	-1	13	3	
Health risks to reproduction associated with exposure to chemical	-39	62	0	2

<b>Descritores utilizados</b>	<b>PubMe</b>	<b>BVS</b>	<b>SciELO</b>	<b>lilacs</b>
Endocrine disruptor and mental disorder	10-	76	0 2	
<b>Total</b>	2320	871	25 59	

#### Resultados:

- 1- Busca nas bases de dados PubMed, BVS e SciELO, com os respectivos descritores utilizados. Observa-se que a maior quantidade de registros foi identificada na base PubMed (n=2320), seguida pela BVS (n=871) e pela Lilcas (n=59) SciELO (n=25).
- 2- As expressões de busca mais abrangentes, como "Environmental health", apresentaram maior número de registros, enquanto descritores mais específicos como "Endocrine disruptor and mental health" resultaram em menor quantidade de publicações.
- 3- Os resultados da busca nas bases de dados evidenciam uma lacuna significativa na literatura científica quanto à integração entre racismo ambiental, exposição a disruptores endócrinos e os impactos na saúde reprodutiva e mental.
- 4- Observa-se uma concentração de estudos em países do Norte Global, (Europa Ocidental e América do Norte, bem como com a Austrália, Israel, Japão e Nova Zelândia) com escassez de pesquisas contextualizadas nas realidades dos países do Sul Global, em grande parte, aos países em desenvolvimento, anteriormente conhecidos como "Terceiro Mundo" ( Ásia, África, América Latina e Caribe (entre outros), onde os efeitos dessas exposições são potencializados por desigualdades socioambientais.
- 5- A ausência de abordagens interseccionais limita a compreensão das vulnerabilidades enfrentadas por populações racializadas. Esses achados ressaltam a necessidade de promover investigações que considerem os determinantes sociais da saúde e os impactos ambientais diferenciados por raça, território e classe.

Entre silêncios e dados dispersos, a busca revelou muito mais do que a presença ou ausência de artigos: revelou ausências estruturais. Enquanto se acumulam estudos sobre poluentes em corpos padronizados, pouco se fala dos corpos racializados que, dia após dia, habitam territórios contaminados nos países do Sul Global. A ciência, em grande parte produzida e centralizada nos países do Norte Global, parece esquecer que o "veneno" não atinge a todos da mesma forma. A escassez de pesquisas sobre os impactos dos disruptores endócrinos na saúde de populações negras, periféricas e marginalizadas, as quais enfrentam maiores níveis de contaminação e menor proteção ambiental, denunciando um epistemicídio

ambiental e sanitário. Essa conclusão, portanto, é também um chamado: que a ciência se curve diante da complexidade da injustiça e que reconheça, nos corpos silenciados, a urgência de uma reparação.

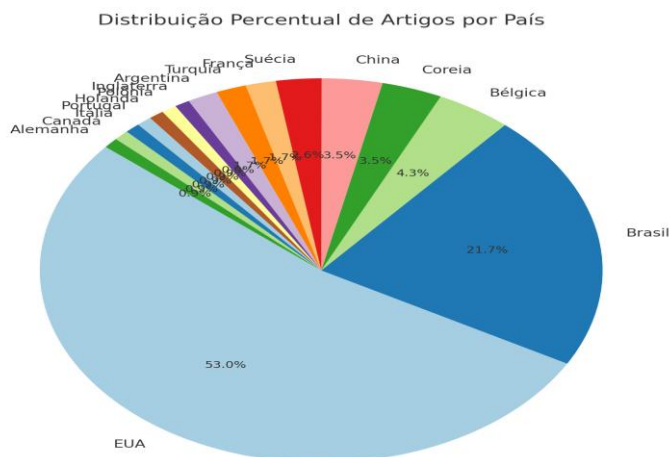
Dessa forma, os achados desta etapa reforçam não apenas as lacunas do conhecimento, mas também os silêncios construídos historicamente pela ciência sobre corpos e territórios racializados. A invisibilidade dos impactos dos disruptores endócrinos em populações negras e periféricas, especialmente nos países do Sul Global, exige uma mudança no paradigma científico, que incorpore a justiça ambiental e epistêmica como pilares éticos e metodológicos. A análise crítica possibilita revelar tendências, omissões e contribuições da produção científica recente frente às injustiças ambientais e sanitárias contemporâneas.

## 2-Resultados : Distribuição percentual de artigos por países

A distribuição dos 115 artigos analisados revela uma expressiva concentração da produção científica em dois países: Estados Unidos (EUA), com 61 publicações (53%), e Brasil, com 25 publicações (21,7%). Juntos, esses dois países são responsáveis por aproximadamente 74,7% de toda a produção científica incluída neste levantamento.

Outros países com participação relevante, embora bem menor, incluem Bélgica (5 artigos, 4,3%), Coreia e China (4 artigos cada, 3,5%) e Suécia (3 artigos, 2,6%). Países como França, Turquia e Argentina contribuíram com 2 artigos cada (**1,7%**), e os demais países — Inglaterra, Polônia, Holanda, Portugal, Itália, Canadá, Índia e Alemanha — aparecem com 1 artigo cada (0,9%). ( Gráfico 2)

Essa distribuição evidencia tanto o papel central dos países do hemisfério norte, especialmente os EUA, na produção científica, quanto a crescente relevância do Brasil nesse campo específico, possivelmente refletindo um aumento nos investimentos em pesquisa ou na visibilidade internacional da ciência produzida no país ou mesmo uma tentativa de dar a voz, denunciando as injustiças ambientais.



3- Resultados da terceira etapa metodológica: Relação dos artigos selecionados com as datas da publicação, título, nome do autor, país e com seus respectivos resultados.

3.1- Relação das publicações incluídas na revisão de acordo com ano, título, autores, país e resultados

1- 2002 FERNANDEZ et al., 2002

Contaminação ambiental ao Estanho.

Molusco: O surgimento de órgão sexuais masculinos em fêmeas (**imposex**) do molusco *Thais haemastoma*, coletados na Baía de Guanabara (Rio de Janeiro) e ao longo da costa de Fortaleza, foi associado à exposição desses organismos a fontes de contaminações pontuais de compostos orgânicos de estanho (FERNANDEZ et al., 2002). Caderno de Saúde Pública, v.18, n.2, p.463-476, 2002.- Brasil

2- 2002 BPA- accumulation in the human maternal-fetal-placenta. ( SCHÖNFELDER, G.; WITTFOHT, W.; HOPP, H.; TALSNESS, C. E.; PAUL, M.; CHADOUD ) I. Parent Environmental Perspectives, v.110, n.11, p.703-707, 2002.- EUA

Humano: Bisfenol A- contaminação mãe para o feto através da placenta.

3- 2003 - The timing of normal puberty and the age limits of sexual precocity: variations around the world, secular trends, and changes after migration (PARENT et al., 2003)  
Bèlgica/Dinamarca/Finlândia

Humano: A exposição a DEs, como pesticidas organoclorados, pode influenciar a puberdade precoce, especialmente em crianças imigrantes de países em desenvolvimento.

4- 2003 Mercúrio Danos ao sistema nervoso fetal, distúrbios neurológicos relacionados a TEA e TDHA (Azevedo & Chasin, 2003) Fixação nos glóbulos vermelhos, danos neurológicos-Brasil

5-2004-Ftalatos Redução na qualidade do esperma, teratogênicos, causam desmasculinização e feminilização (Plásticos, produtos cosméticos) ( McGinn, 2004) -EUA (KAKINGBEMI, B. T.; GE, R.; KLINEFELTER, G. R.; ZIRKIN, B. R.; HARDY, M. P. Phthalate-induced Leydig cell hyperplasia is associated with multiple endocrine disturbances. PNAS – Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America, v.101, n.3, p.775-780, 2004.

6- 2004- Disruptores endócrinos no meio ambiente: um problema de saúde pública e ocupacional (FREITAS GUIMARÃES, 2005; A TRIBUNA, 2004). Brasil

Este artigo mostra os conceitos dos DE e seus efeitos na saúde humana, bem como são relatadas as áreas da Baixada Santista que se encontram contaminadas com produtos químicos que possuem ação disruptora endócrina. Detalham-se como tais produtos encontram-se espalhados pelo mundo, inclusive em alimentos e produtos do dia-a-dia

7- 2004 Phthalate-induced Leydig cell hyperplasia is associated with multiple endocrine disturbances. AKINGBEMI, B. T.; GE, R.; KLINEFELTER, G. R.; ZIRKIN, B. R.; HARDY, M. P. PNAS – Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America, v.101, n.3, p.775-780, 2004. EUA

Este estudo evidencia a contaminação pelo DE Ftalato, nas células de Leydind dos testículos e consequente múltiplos distúrbios endócrinos.

8- 2005- Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. ORICHARD, S.; MOSLEMI, S.; SIPAHUTAR, H.; BENACHOUR, N.; SERALINI, Environmental Health Perspectives, v.113, n.6, p.716-720, 2005.- EUA

Roundup é um herbicida à base de glifosato usado no mundo todo, incluindo na maioria das plantas geneticamente modificadas que foram projetadas para tolerá-lo. Seus resíduos podem, portanto, entrar na cadeia alimentar, e o glifosato é encontrado como contaminante em rios. Alguns trabalhadores agrícolas que usam glifosato têm problemas de gravidez, mas seu mecanismo de ação em mamíferos é questionado. Aqui mostramos que o glifosato é tóxico para células JEG3 da placenta humana dentro de 18 horas com concentrações menores do que aquelas encontradas com uso agrícola, e esse efeito aumenta com a concentração e o tempo ou na presença de adjuvantes Roundup. Surpreendentemente, o

Roundup é sempre mais tóxico do que seu ingrediente ativo. Testamos os efeitos do glifosato e do Roundup em concentrações não tóxicas mais baixas na aromatase, a enzima responsável pela síntese de estrogênio. O herbicida à base de glifosato interrompe a atividade da aromatase e os níveis de mRNA e interage com o sítio ativo da enzima purificada, mas os efeitos do glifosato são facilitados pela formulação Roundup em microsomas ou em cultura de células. Concluímos que os efeitos endócrinos e tóxicos do Roundup, não apenas do glifosato, podem ser observados em mamíferos. Sugerimos que a presença de adjuvantes do Roundup aumenta a biodisponibilidade e/ou bioacumulação do glifosato.

#### 9- 2005 e 2008 Contaminação por Ftalato Mãe - feto

(SWAN et al., 2005; SWAN, 2008) Nos Estados Unidos também foi revelado que mulheres apresentando ftalatos na urina durante a gravidez tiveram bebês do sexo masculino com distância ano-genital menor do que a esperada, comprovando que os ftalatos exercem atividade hormonal (antiandrogênica, anti-hormônio masculino) também em seres humanos, colocando em risco o desenvolvimento normal de crianças expostas a esses contaminantes (Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente, Curitiba, v. 22, jan./dez. 2012 (SWAN et al., 2005; SWAN, 2008).Brasil

#### 10- 2006 - Endocrine disrupters and human puberty. (DEN HOND; SCHOETERS, 2006)

Bélgica

Humano: Em meninas, a exposição a DEs foi associada a uma menarca precoce em algumas populações, mas outros estudos não encontraram efeito significativo. Associados a puberdade atrasada ou redução do comprimento peniano em meninos significativas entre a exposição a produtos químicos e alterações no desenvolvimento puberal, enquanto outros não encontraram tais associações.

#### 11- 2006 – Agrotóxico DDT e cancer de mama (MUÑOZ-DE-TORO et al., 2006). India

Estudo realizado na Índia, com 135 mulheres com câncer da mama, demonstrou elevadas concentrações de **DDT** e seus metabolitos no organismo dessas mulheres. A exposição a agrotóxicos pode resultar diretamente da prática agrícola ou da alimentação. A maioria das mulheres desse estudo vivia em zonas rurais e apresentava os níveis mais elevados de organoclorados no sangue (MATHUR et al., 2002). Na Argentina, também foi realizado estudo relacionando mulheres com câncer da mama e níveis de compostos organoclorados. O resultado obtido mostrou relação positiva entre ambos, ou seja, a presença desses compostos cria microambiente estrogênico que influencia o comportamento do tumor (MUÑOZ-DE-TORO et al., 2006).

12- 2006 Avaliação da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público na região de Campinas: ocorrência e determinação dos interferentes endócrinos (IE) e produtos farmacêuticos e de higiene pessoal GHISELLI, G. (PFHP). 2006. 190 f. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Brasil

13- 2006. Xenobiotics with estrogen or antiandrogen action - disruptors of the male reproductive system. SLOWIKOWSKA-HILCZER, J. Central European Journal of Medicine, v.2, n.3, p.205-227, 2006.- Inglaterra

14- 2007 Ocorrência de interferentes endócrinos e produtos farmacêuticos nas águas superficiais da bacia do rio Atibaia. UNDO, C. 126 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Química Analítica), Instituto de Química – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

Essa dissertação de mestrado evidencia com dados robustos a contaminação das nascentes e rios da bacia de Atibaia com produtos farmacêuticos ( Disruptores endócrinos ), contaminando as populações que residem nas cidades do percurso do rio, onde encontra outros afluentes que seguem em direção ao mar levando resíduos altamente tóxicos para toda a população.

15- 2008 Endocrine disruptors and abnormalities of pubertal development. (SCHOETERS et al., 2008) Bélgica/Holanda

Animais e humanos: Resultados de estudos epidemiológicos são mistos, com algumas pesquisas mostrando associações significativas entre a exposição a produtos químicos e alterações no desenvolvimento puberal, enquanto outros não encontraram tais associações.

**16- 2009 Prenatal exposure of BPA - EUA**

Animalon mice had shown the following effects on offsprings: accelerated puberty, increased body weight, altered mammary gland, altered female genital tract, altered structure and function of the ventral prostate in male mice (Somm et al., 2009).

Este artigo analisa a exposição pré natal de rata ao Bisfenol A e o estudo mostrou os resultados na sua prole com puberdade acelerada e ganho de peso, alteração da glândula mamária nas fêmeas e alterações da estrutura e função da próstata em machos .

17- 2009 Chemicals have notable toxicities in human as well as in wildlives (Diamanti-Kandarakis et al., 2009) EUA

synthetic steroids, polychlorinated dibenzo dioxins, biphenyls etc. and from the discussion of earlier studies, it is obvious that these chemicals have notable toxicities in human as well as in wildlives (Diamanti-Kandarakis et al., 2009)

18- 2010- Efeitos transgeracional dos disruptores endócrino- Effects of endocrine disruptors may begin early and be persistent sequence (National Institute of Environmental Health Sciences, 2010). EUA

Animal e humanos : It is evident from researches that endocrine disruptors pose greater risk in the early developmental period rather than in adult period. Moreover, research from NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences) showed that, the adverse consequences of endocrine disruptors may be passed to subsequent generations even though they were not directly exposed to the endocrine disruptors. The mechanisms might involve altering gene function without altering DNA sequence (National Institute of Environmental Health Sciences, 2010).

19- 2010- Contaminantes ambientais e os interferentes endócrinos / Environmental contaminants and endocrine disruptors

Fontenele, Eveline Gadelha Pereira; Martins, Manoel Ricardo Alves; Quidute, Ana Rosa Pinto; Montenegro Júnior, Renan Magalhães.- Brasil

**Arq. bras. endocrinol. metab** ; *Arq. bras. endocrinol. metab*;54(1): 6-16, fev. 2010. *ilus, tab*  
Artigo em Português | LILACS | ID: lil-544026

A toxicidade de diversos poluentes ambientais em seres humanos e demais espécies tem sido habitualmente investigada quanto aos seus efeitos teratogênicos e cancerígenos. Nas últimas décadas, muitos contaminantes têm demonstrado efeitos adversos sobre o sistema endócrino. Atualmente, cerca de onze milhões de substâncias químicas são conhecidas em todo mundo, sendo três mil delas produzidas em larga escala. Numerosos compostos químicos de uso doméstico, industrial e agrícola possuem comprovada atividade hormonal. Entre os produtos químicos com atividade estrogênica, destacam-se hormônios presentes em cosméticos, anabolizantes utilizados em rações animais, fitoestrógenos e poluentes orgânicos persistentes (POPs). Esses agentes que estão presentes nos efluentes industriais, residenciais e das estações de tratamento de água e esgoto representam uma importante fonte de contaminação ambiental. O Programa Internacional de Segurança Química (International Programme on Chemical Safety - IPCS) define como interferente endócrino substâncias ou misturas presentes no ambiente capazes de interferir nas funções do sistema endócrino, causando efeitos adversos em um organismo intacto ou na sua prole. No presente artigo, os autores apresentam uma revisão da literatura atual sobre o papel desses elementos nas doenças endócrinas e metabólicas, os prováveis mecanismos de ação envolvidos,

discutindo-se perspectivas futuras em termos de investigação e estratégias para prevenção e redução dos seus possíveis danos.

20- 2011 - **Efeito dos disruptores endócrinos em baixas doses** (Dhooge et al., 2011, Den et al., 2002). EUA

*Low dose effects:* Since last two decades the hypothesis of endocrine disruption has been an interesting and well reviewed area of science among scientists. Various scientists have gone through different kind of studies and provided their hypothesis. Some scientists debated that high levels of chemicals contamination have affected health and different systems of body but generally the level of contamination in human body to show health effect have been far too low. During 1990s the US National Academy of Sciences set up a committee to examine and study on the evidences of endocrine disruption and they considered the hypothesis xeno-estrogen was 100 times less potent to show any harmful severe effect which was proved to be false by various experiments. The information that very low dose internal exposures to cadmium and organochlorine contaminants are associated with detectable change in serum hormone level, sex maturation, height or in body mass index is proved by the observation made under Flemish biomonitoring campaign 2007–2011 (Dhooge et al., 2011, Den et al., 2002).

21- 2011- Effects of environmental endocrine disruptors on pubertal development. (ÖZEN; DARCAN, 2011) Turquia

Animais e humanos: Exposição a DEs resultou em puberdade precoce em fêmeas e atraso puberal em machos. Poluentes químicos ambientais, como DDT e ftalatos, foram associados a alterações no início da puberdade em humanos..

22- 2011- Atrazina - Distúrbios hormonais, problemas de tireoide, câncer de mama, próstata, linfoma, alterações hormonais Pereira et al. (2011) Brasil

23 - 2011 . Bisfenol A: Um disruptor endócrino com exposição generalizada e efeitos múltiplos. Rubin BS J Steroid Biochem Mol Biol (2011) 127:27–34. doi: 10.1016/j.jsbmb.2011.05.002 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#)]- Brasil

24- 2022 Efeitos tóxicos do glifosato no sistema nervoso: uma revisão sistemática

(Costas-Ferreira C, Durán R, Faro LRF. )Toxic Effects of Glyphosate on the Nervous System: A Systematic Review. Int J Mol Sci. 2022 Apr 21;23(9):4605. doi: 10.3390/ijms23094605. PMID: 35562999; PMCID: PMC9101768.

O glifosato, um biocida sistêmico não seletivo com atividade de amplo espectro, é o herbicida mais amplamente utilizado no mundo. Ele pode persistir no ambiente por dias ou meses, e seu uso intensivo e em larga escala pode constituir um grande problema ambiental e de saúde. Nesta revisão sistemática, investigamos o estado atual do nosso conhecimento relacionado aos efeitos deste pesticida no sistema nervoso de várias espécies animais e humanos. As informações fornecidas indicam que a exposição ao glifosato ou suas formulações comerciais induz vários efeitos neurotóxicos. Foi demonstrado que a exposição a este pesticida durante os estágios iniciais da vida pode afetar seriamente o desenvolvimento celular normal ao desregular algumas das vias de sinalização envolvidas neste processo, levando a alterações na diferenciação, crescimento neuronal e mielinização. O glifosato também parece exercer um efeito tóxico significativo na neurotransmissão e induzir estresse oxidativo, neuroinflamação e disfunção mitocondrial, processos que levam à morte neuronal devido à autofagia, necrose ou apoptose, bem como ao aparecimento de distúrbios comportamentais e motores. As doses de glifosato que produzem esses efeitos neurotóxicos variam amplamente, mas são menores do que os limites estabelecidos pelas agências reguladoras. Embora haja discrepâncias importantes entre os achados analisados, é inequívoco que a exposição ao glifosato produz alterações importantes na estrutura e função do sistema nervoso de humanos, roedores, peixes e invertebrados.

25- 2012 The level of mercury was observed for over 40 years on the wildlife which provide a large database of their storage in the fish muscle. Mercury is primary stored as methylmercury in fish body from which it is transferred to other fish eating marine mammals as methylmercury (Kidd et al., 2012).

26- 2012- Ambiente e justiça: sobre a utilidade do conceito de racismo ambiental no contexto brasileiro. Lays Helena Paes e Silva, e-cadernos CES [Online], 17 | 2012, colocado online no dia 01 setembro 2012, consultado a 30 abril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/eces/1123> ; DOI : 10.4000/eces.1123- Brasil

27-2012 [Salud mental en poblaciones indígenas: una aproximación a la problemática de salud pública / Mental health in indigenous population: an approach to the problem of public health](#)

Lopera Valle, Johan Sebastián; Rojas Jiménez, Sara.

***Med. U.P.B.*** ; 31(1): 42-52, ene.-jun. 2012.

Artigo em Espanhol | LILACS, COLNAL | ID: lil-638468

28- 2013 Male pubertal development: are endocrine disrupting compounds shifting the norms? (ZAWATSKI; LEE, 2013) EUA

Animais e humanos: Em estudos em animais, os DEs podem interferir em mecanismos centrais e periféricos relacionados à puberdade. Em humanos, estudos indicam que exposições durante janelas críticas do desenvolvimento podem alterar a saúde reprodutiva pós-natal.

29- 2013- Animal: Studies were also conducted on perinatal subjects by BPA exposure from which following observations were reported: decreased fertility and fecundity, masculinization of behaviors and brain structures in female (Nicolas et al., 2013). mice CD-1 and decreased fertility in male offspring (Nicolas et al., 2013).EUA

**30-** 2013 What is in our environment that effects puberty (FISHER; EUGSTER, 2014) EUA

Humano: Exposições ambientais, como disruptores endócrinos, são considerados fatores preocupantes que podem contribuir para o início mais precoce da puberdade.

31- 2013 Racism and Health WILLIAMS, D.R.; MOHAMMED, S.A. Pathways and Scientific Evidence. American Behavioral Scientist, 57(8): 1152-1173, 2013a. EUA

Este artigo resenha um crescente corpus de investigação empírica, o qual indica que o racismo, em suas variantes institucional e interpessoal, persiste nas sociedades contemporâneas racializadas de todo o mundo, e pode ter impactos adversos importantes sobre a saúde. Após um breve apanhado das desigualdades étnico-raciais na saúde da população, em vários contextos nacionais, o artigo concentra-se na pesquisa empírica sobre a natureza e persistência do racismo e as múltiplas maneiras em que esse pode impactar negativamente a saúde de grupos étnico-raciais não dominantes e estigmatizados ( Sociologias 17 (40) • Sep-Dec 2015 • <https://doi.org/10.1590/15174522-017004004>)

32- 2014 -These are some of the most potential candidates of endocrine disruptors. Gore et al., 2014). EUA

From these industries chemicals are easily released into the environment for example through leaching into the soil and water. These are then taken up by microorganisms, algae and plants which are then taken up by animals. After this, endocrine disruptors find their way in the food chain from the animals to finally into human being (Gore et al., 2014).

33- 2014 Prenatal and peripubertal phthalates and bisphenol A in relation to sex hormones and puberty in boys. (FERGUSON et al., 2014) EUA/México

Humano: A exposição pré-natal a ftalatos e BPA pode afetar os níveis hormonais e o desenvolvimento puberal em meninos, com efeitos mais pronunciados observados para exposições pré-natais em comparação com exposições durante a infância.

34 -2014 Urinary Bisphenol A Levels in Girls with Idiopathic Central Precocious Puberty (DURMAZ et al., 2014) Turquia

Humano: Os resultados sugerem que o BPA pode ser um fator etiológico na puberdade precoce central idiopática.

35- 2014 – INSETICIDA AGRICOLA CLORPIRIFÓS – INFERTILIDADE, POTENCIAL CANCERÍGENO (Lima et al., 2014; Silva et al., 2019) Brasil

36-2015- Risco para a saúde da exposição ao Bisfenol A (BPA). Rocz Panstw Zakl Hig (2015) 66:5–11. [ [PubMed](#) ] [ [Google Acadêmico](#) - ] EUA

37- 2015- Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence Suades-González E, Gascon M, Guxens M, Sunyer J. Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence. Endocrinology. 2015 Oct;156(10):3473-82. doi: 10.1210/en.2015-1403. Epub 2015 Aug 4. PMID: 26241071; PMCID: PMC4588818.- EUA

38- 2015- [Racism as a Determinant of Health: A Systematic Review and Meta-Analysis.](#)

Paradies Y, Ben J, Denson N, Elias A, Priest N, Pieterse A, Gupta A, Kelaher M, Gee G. *PLoS One*. 2015 Sep 23;10(9):e0138511. doi: 10.1371/journal.pone.0138511. eCollection 2015. PMID: 26398658 **Free PMC article**. Review. EUA

Despite a growing body of epidemiological **evidence** in recent years documenting the health impacts of **racism**, the cumulative **evidence** base has yet to be synthesized in a comprehensive meta-analysis focused specifically on **racism** as a determinant of heal

Apesar de um conjunto crescente de evidências epidemiológicas nos últimos anos documentando os impactos do racismo na saúde, a base de evidências cumulativas ainda não foi sintetizada numa meta- análise abrangente centrada especificamente no racismo como um determinante da saúde. Nese artigo é feito uma metaanálise das evidências do impacto do racismo na saúde. A ideia de crise ambiental suscita discussões a respeito de distintas

concepções de natureza e de ambiente e das disputas simbólicas e materiais neste meio. Uma concepção que toma sociedade e ambiente como pares inseparáveis levou à

emergência, nos Estados Unidos, de movimentos que introduziram conceitos como justiça ambiental e racismo ambiental. No Brasil, surgiram movimentos e estudos focados nas mesmas bandeiras de luta e nos mesmos conceitos. Considerando as especificidades do racismo no Brasil e a existência de casos identificados como racismo ambiental, serão apresentados aspectos presentes num destes casos: um conflito no estado da Bahia entre indústrias produtoras de papel e grupos que habitam a região. Será discutido o significado destes conceitos e desenvolvida a defesa da utilidade analítica do conceito de racismo ambiental no contexto brasileiro.

39-2015 [Endocrine disruptors in water filters used in the Rio dos Sinos Basin region, Southern Brazil / Disruptores endócrinos em filtros de água utilizados na região da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos no Sul do Brasil](#)

Furtado, CM; von Mühlen, C.

***Braz. j. biol.***; *Braz. j. biol*;75(2,supl): 85-90, May 2015. tab, illus

Artigo em Inglês | LILACS, VETINDEX | ID: lil-755025

Este artigo resenha um crescente corpus de investigação empírica, o qual indica que o racismo, em suas variantes institucional e interpessoal, persiste nas sociedades contemporâneas racializadas de todo o mundo, e pode ter impactos adversos importantes sobre a saúde. Após um breve apanhado das desigualdades étnico-raciais na saúde da população, em vários contextos nacionais, o artigo concentra-se na pesquisa empírica sobre a natureza e persistência do racismo e as múltiplas maneiras em que esse pode impactar negativamente a saúde de grupos étnico-raciais não dominantes e estigmatizados ( *Sociologias* 17 (40) • Sep-Dec 2015 • <https://doi.org/10.1590/15174522-017004004>)

**40- 2015 - A review on endocrine disruptors and their possible impacts on human health- [Environmental Toxicology and Pharmacology - EUA](#)**

[Volume 40, Issue 1](#), July 2015, Pages 241-258

This study has taken an attempt to describe the evolution of the field of endocrine disruptors as well as the mechanism of effect of the different industrially and therapeutically important compounds in producing different levels of endocrine toxicity and current exposure to these environmental toxicants around the world. Despite the advances that are being made in many other fields in the developing countries, information regarding this field is still quite limited.

41- 2016 - [Effects of Environmental Exposures on Fetal and Childhood Growth Trajectories.](#)

Zheng T, Zhang J, Sommer K, Bassig BA, Zhang X, Braun J, Xu S, Boyle P, Zhang B, Shi K, Buka S, Liu S, Li Y, Qian Z, Dai M, Romano M, Zou A, Kelsey K. *Ann Glob Health*. 2016 Jan-

Feb;82(1):41-99. doi: 10.1016/j.aogh.2016.01.008.PMID: 27325067 **Free PMC article.** Review. Koreaia

A number of studies have investigated the impacts of a range of environmental conditions during pregnancy (including air pollution, **endocrine disruptors**, persistent organic pollutants, heavy metals) on fetal and child development. .

42- 2016- [Reproductive health and the environment: Counseling patients about risks.](#)

Haruty B, Friedman J, Hopp S, Daniels R, Pregler J. *Cleve Clin J Med.* 2016 May;83(5):367-72. doi: 10.3949/ccjm.83a.14070.PMID: 27168513 **Free article.** Review.

**Endocrine**-disrupting chemicals (EDCs) are associated with **reproductive** complications such as infertility, pregnancy complications, poor birth outcomes, and child developmental abnormalities, although not all chemicals of concern are EDCs. EUA

43- 2016- Substâncias perfluoroalquílicas e endometriose em mulheres dos EUA Campbell S, Raza M, Pollack AZ. no NHANES. 2003-2006. *Reprod Toxicol* (2016) 65:230–5. doi: 10.1016/j.reprotox.2016.08.009 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

44- 2017 Urinary bisphenol A and pubertal development in Chinese school-aged girls: a cross-sectional study (MIAO et al., 2017) China/Dinamarca/EUA

Humano: Os resultados sugerem que a exposição ao BPA pode alterar o tempo do desenvolvimento puberal. No entanto, os resultados devem ser interpretados com cautela.

45- 2017-[Are endocrine disrupting compounds environmental risk factors for autism spectrum disorder?](#)

Moosa A, Shu H, Sarachana T, Hu VW. *Horm Behav.* 2018 May;101:13-21. doi: 10.1016/j.yhbeh.2017.10.003. Epub 2017 Oct 23.PMID: 29042182 **Free PMC article.** Review EUA

46 -2017 Prenatal Serum Concentrations of Brominated Flame Retardants and Autism Spectrum Disorder and Intellectual Disability in the Early Markers of Autism Study: A Population-Based Case–Control Study in California( Lyall, Kristen, et al. "Prenatal serum concentrations of brominated flame retardants and autism spectrum disorder and intellectual disability in the early markers of autism study: a population-based case–control study in California." *Environmental health perspectives* 125.8 (2017): 087023.) **Free PMC article.**EUA

O estudo EMA (Early Markers of Autism ), trouxe diversas contribuições importantes para a literatura, incluindo a análise de biomarcadores em amostras biológicas coletadas prospectivamente durante janelas críticas do neurodesenvolvimento. Entre os principais achados, destaca-se a identificação de níveis elevados de citocinas e quimiocinas em amostras de soro materno do meio da gestação, associadas ao transtorno do espectro autista (TEA), além de alterações em outros marcadores imunológicos. O estudo também sugeriu um aumento nas chances de TEA com a exposição pré-natal a certos disruptores endócrinos, embora essa associação não tenha sido confirmada em análises laboratoriais. Além disso, foram demonstradas influências genéticas maternas e fetais sobre os níveis de exposição a produtos químicos durante a gestação, bem como sobre os marcadores imunológicos maternos e neonatais e os níveis de vitamina D. No entanto, não foi observada uma associação significativa entre TEA e os níveis maternos e neonatais de vitamina D, mercúrio e fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF). ( Lyall, Kristen, et al.,2021 )

47- 2018 Association of Prenatal Urinary Concentrations of Phthalates and Bisphenol A and Pubertal Timing in Boys and Girls (BERGER et al., 2018) EUA

Humano: A exposição pré-natal a ftalatos HMW e BPA está associada a um início mais tardio da puberdade em meninos e a um início mais precoce em meninas.

48- 2018 Endocrine disrupters and pubertal timing. (GREENSPAN; LEE, 2018) EUA

Humano: Em meninas, alguns estudos associaram a exposição a compostos disruptores endócrinos com a antecipação da puberdade, enquanto outros associaram com atrasos. Em meninos, a exposição pré-puberal a PCBs não-dioxina acelera a puberdade, enquanto níveis de inseticidas, compostos semelhantes à dioxina, pesticidas organoclorados e chumbo atrasam a puberdade.

49- 2018 [Environmental non-persistent endocrine-disrupting chemicals exposure and reproductive hormones levels in adult men. EUA](#)

Dziewirska E, Hanke W, Jurewicz J. Int J Occup Med Environ Health. 2018 Oct 23;31(5):551-573. doi: 10.13075/ijomeh.1896.01183. Epub 2018 Sep 18. PMID: 30228382 **Free article.** Review.

Endocrinedisrupting chemicals have been suspected to be associated with altered **reproductive** function in the case of males and females. Environmental **endocrine**-disrupting non-persistent chemicals like parabens, phthalates, bisphenol A (BPA), synthetic pyrethroids

50- 2018- [Perinatal exposure to endocrine disrupting compounds and the control of feeding behavior-An overview. China](#)

Walley SN, Roepke TA. *Horm Behav.* 2018 May;101:22-28. doi: 10.1016/j.yhbeh.2017.10.017. Epub 2017 Nov 7. PMID: 29107582 **Free PMC article.** Review.

**Endocrine** disrupting compounds (EDC) are ubiquitous environmental contaminants that can interact with steroid and nuclear receptors or alter hormone production. ...

51- 2018. A síndrome dos ovários policísticos: uma revisão sistemática e meta-análise Hu Y, Wen S, Yuan D, Peng L, Zeng R, Yang Z, et al. A associação entre o disruptor endócrino ambiental bisfenol A e a síndrome dos ovários policísticos: uma revisão sistemática e meta-análise. *Gynecol Endocrinol* (2018) 34:370–7. doi: 10.1080/09513590.2017.1405931 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] Korea

52- 2019 Environmentally Relevant Perinatal Exposures to Bisphenol A Disrupt Postnatal Kiss1/NKB Neuronal Maturation and Puberty Onset in Female Mice (RUIZ-PINO et al., 2019) Espanha/Itália

Animais: Camundongos A exposição ao BPA durante o período perinatal pode causar desregulação na maturação neuronal de Kiss1 e NKB, resultando em um início antecipado da puberdade em camundongos fêmea.

53-2019- [Exposure to modern, widespread environmental endocrine disrupting chemicals and their effect on the reproductive potential of women: an overview of current epidemiological evidence. EUA](#)

Karwacka A, Zamkowska D, Radwan M, Jurewicz J. *Hum Fertil (Camb)*. 2019 Apr;22(1):2-25. doi: 10.1080/14647273.2017.1358828. Epub 2017 Jul 31. PMID: 28758506 **Free article.** Review.

54 2019- Growing evidence indicates that exposure to widespread, environmental contaminants called **endocrine disruptors** (EDCs) negatively affects animal and human **reproductive** health and has been linked to several diseases including infertility.

Cohn BA, Cirillo PM, Terry MB. DDT e câncer de mama: estudo prospectivo do tempo de indução e janelas de suscetibilidade. *J Natl Cancer Inst* (2019) 111:803–10. doi: 10.1093/jnci/djy198 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

55 2019- O bisfenol A induz a proliferação de células de leiomioma uterino humano por mYu L, Das P, Vall AJ, Yan Y, Gao X, Sifre MI, et al.. *Mol Cell Endocrinol* (2019) 484:59–68. doi: 10.1016/j.mce.2019.01.001 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

Korea (2019) 45:1277–85. doi: 10.1111/jog.13972 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]  
Korea

56 -2019. DDT e câncer de mama: estudo prospectivo do tempo de indução e janelas de suscetibilidade. Cohn BA, Cirillo PM, Terry MB. J Natl Cancer Inst (2019) 111:803–10. doi: 10.1093/jnci/djy198 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

57- 2020 Prenatal exposure to mercury and precocious puberty: a prospective birth cohort study (WANG et al., 2020) EUA

Humano: A exposição pré-natal a altos níveis de mercúrio foi associada a um risco aumentado de puberdade precoce. O risco foi fortalecido por condições cardiometabólicas maternas concomitantes e resultados adversos ao nascimento.

58- 2020 - Correlatos da exposição a fenóis, parabenos e triclocarban no Estudo do Meio Ambiente, Estilo de Vida e Miomas. - 2020 - Bethea TN, Wesselink AK, Weuve J, McClean MD, Hauser R, Williams PL, et al. J Expo Sci Environ Epidemiol (2020) 30:117–36. doi: 10.1038/s41370-019-0114-9 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] USA

59- 2020 Glifosato Problemas neurológicos, potencial impacto no desenvolvimento mental (Rodrigues et al., 2013; Santos et al., 2020) Brasil

60- 2020 -Household interventions for secondary prevention of domestic lead exposure in children Nussbaumer-Streit B, Mayr V, Dobrescu AI, Wagner G, Chapman A, Pfadenhauer LM, Lohner S, Lhachimi SK, Busert LK, Gartlehner G. Household interventions for secondary prevention of domestic lead exposure in children. Cochrane Database Syst Rev. 2020 Oct 6;10(10):CD006047. doi: 10.1002/14651858.CD006047.pub6. PMID: 33022752; PMCID: PMC8094406. 10.1210/clinem/dgab523 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]EUA115-

61-2020- [Associations of Prenatal Exposure to Triclosan and Maternal Thyroid Hormone Levels: A Systematic Review and Meta-Analysis.](#)

Chen D, Liu J, Yan W, Fang K, Xia Y, Lv W, Shi Z. Front Endocrinol (Lausanne). 2021 Jan 13;11:607055. doi: 10.3389/fendo.2020.607055. eCollection 2020. PMID: 33519715 **Free PMC article.**EUA

62- 2020 - Maternal immune response and air pollution exposure during pregnancy: insights from the Early Markers for Autism (EMA) study

Volk HE, Park B, Hollingue C, Jones KL, Ashwood P, Windham GC, Lurman F, Alexeeff SE, Kharrazi M, Pearl M, Van de Water J, Croen LA. Maternal immune response and air pollution exposure during pregnancy: insights from the Early Markers for Autism (EMA) study. *J Neurodev Disord*. 2020 Dec 16;12(1):42. doi: 10.1186/s11689-020-09343-0. PMID: 33327930; PMCID: PMC7745402. EUA

A poluição do ar contém diversos poluentes, incluindo material particulado (PM2.5 e PM10), metais pesados (como cádmio, chumbo e mercúrio), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e compostos orgânicos voláteis (COVs). Estudos demonstram que esses poluentes podem desencadear uma resposta inflamatória no organismo materno, alterando citocinas inflamatórias como IL-6 e TNF- $\alpha$ , que são associadas ao risco de transtornos do neurodesenvolvimento na prole, como autismo e esquizofrenia.

63- 2020 Produtos químicos desreguladores endócrinos: implicações para a saúde humana. . Kahn LG, Philippat C, Nakayama SF, Slama R, Trasande L *Lancet Diabetes Endocrinol* (2020) 8:703–18. doi: 10.1016/S2213-8587(20)30129-7 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

64- 2021 -Produtos químicos desreguladores endócrinos e risco de câncer testicular: uma revisão sistemática e meta-análise. - Bräuner EV, Lim YH, Koch T, Uldbjerg CS, Gregersen LS, Pedersen MK, et *J Clin Endocrinol Metab* (2021) 106:e4834–60. doi: EUA

**65 -2021** [The impact of Di-\(2-ethylhexyl\) Phthalate and Mono\(2-ethylhexyl\) Phthalate in placental development, function, and pathophysiology.](#)

Martínez-Razo LD, Martínez-Ibarra A, Vázquez-Martínez ER, Cerbón M. *Environ Int*. 2021 Jan;146:106228. doi:10.1016/j.envint.2020.106228. Epub 2020 Nov 4. PMID: 33157377 **Free article.** Review.

Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) is a chemical widely distributed in the environment as is extensively used in the plastic industry. DEHP is considered an **endocrine disruptor** chemical (EDC) and humans are inevitably and unintentionally exposed to this EDC through EUA

66- 2021 - [Racial/Ethnic Disparities in Pregnancy and Prenatal Exposure to Endocrine-Disrupting Chemicals Commonly Used in Personal Care Products.](#)

Chan M, Mita C, Bellavia A, Parker M, James-Todd T. *Curr Environ Health Rep*. 2021 Jun;8(2):98-112. doi: 10.1007/s40572-021-00317-5. Epub 2021 May 27. PMID: 34046860 **Free PMC article.** Review. EUA

PURPOSE OF REVIEW: **Endocrine**-disrupting chemical (EDC) exposure during pregnancy is linked to adverse maternal and child health outcomes that are racially/ethnically disparate.

...

67 2021 Endocrine-disrupting chemicals and their effects on puberty (LOPEZ-RODRIGUEZ et al., 2021) Bélgica

Animais e humanos: A exposição precoce a DEs está associada a alterações no tempo puberal e concentrações hormonais reprodutivas. Estudos em humanos e animais indicam efeitos significativos, apesar das dificuldades em estabelecer relações causais claras.

68- 2021 Multi- and Transgenerational Outcomes of an Exposure to a Mixture of Endocrine-Disrupting Chemicals (EDCs) on Puberty and Maternal Behavior in the Female Rat. (LÓPEZRODRÍGUEZ et al., 2021) Bélgica/EUA/França

Animais: Ratas A exposição a uma mistura de compostos desreguladores endócrinos durante o desenvolvimento causou alterações no tempo de puberdade em fêmeas de ratos através de múltiplas gerações.

69- 2021- A profile and review of findings from the Early Markers for Autism study: unique contributions from a population-based case-control study in California Lyall K, Ames JL, Pearl M, Traglia M, Weiss LA, Windham GC, Kharrazi M, Yoshida CK, Yolken R, Volk HE, Ashwood P, Van de Water J, Croen LA. A profile and review of findings from the Early Markers for Autism study: unique contributions from a population-based case-control study in California. Mol Autism. 2021 Mar 18;12(1):24. doi: 10.1186/s13229-021-00429-7. PMID: 33736683; PMCID: PMC7977191. EUA

70- 2021- Impact of BPA on behavior, neurodevelopment and neurodegeneration Rebolledo-Solleiro, Daniela; Castillo Flores, Laura Yesenia; Solleiro-Villavicencio, Helena Front Biosci (Landmark Ed) ; 26(2): 363-400, 2021 01 01. Artigo em Inglês | MEDLINE | ID: mdl-33049674 EUA

71 -2021- A relação potencial entre a exposição ambiental ao disruptor endócrino e o desenvolvimento de endometriose e adenomiose. Stephens VR, Rumph JT, Ameli S, Bruner-Tran KL, Osteen KG Front Physiol (2021) 12:807685. doi: 10.3389/fphys.2021.807685 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

72- 2021- Endometriose multigeracional: consequência da exposição fetal ao dietilestilbestrol? Gaspari L, Soyer-Gobillard MO, Paris F, Kalfa N, Hamamah S, Sultan C. Environ Health (2021)

20:96. doi: 10.1186/s12940-021-00780-5 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

73 2021- Substâncias químicas desreguladoras endócrinas e distúrbios do desenvolvimento peniano em humanos. 2021 Gaspari L, Tessier B, Paris F, Bergougnoux A, Hamamah S, Sultan C, et al. Sex Dev (2021) 15:213–28. doi: 10.1159/000517157 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

74 -2021 Identificação de potenciais biomarcadores de exposição ao bisfenol A (BPA) no câncer de ovário. ahra A, Dong Q, Hall M, Jeyaneethi J, Silva E, Karteris E, et al J Clin Med (2021) 10(9):1979. doi: 10.3390/jcm10091979 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

75- 2021 -Produtos químicos desreguladores endócrinos e risco de câncer testicular: uma revisão sistemática e meta-análise. - Bräuner EV, Lim YH, Koch T, Uldbjerg CS, Gregersen LS, Pedersen MK, et J Clin Endocrinol Metab (2021) 106:e4834–60. doi: EUA

76-2021 [Pregnatio Perturbatio-Impact of Endocrine-Disrupting Chemicals.](#)

Padmanabhan V, Song W, Puttabyatappa M. *Endocr Rev.* 2021 May 25;42(3):295-353. doi: 10.1210/endrev/bnaa035. PMID: 33388776 **Free PMC article.** Review. EUA

One risk factor for adverse pregnancy outcomes receiving considerable attention in recent years is gestational exposure to **endocrine**-disrupting chemicals (EDCs). Humans are exposed to a multitude of environmental chemicals with known **endocrine**-disrupting

77-2021-- [Epigenetic Modifications Associated with Exposure to Endocrine Disrupting Chemicals in Patients with Gestational Diabetes Mellitus.](#)

Kunysz M, Mora-Janiszewska O, Darmochwał-Kolarz D. *Int J Mol Sci.* 2021 Apr 29;22(9):4693. doi: 10.3390/ijms22094693. PMID: 33946662 **Free PMC article.** Review. EUA

The growing incidence of GDM seems to coincide with the widespread use of **endocrine** disrupting chemicals (EDCs). The extensive production and common use of these substances in everyday life has resulted in constant exposure to harmful substances from the environment.

78-- 2022 Association of Early Pubertal Onset in Female Rats With Inhalation of Lavender Oil. (KIM; LIM, 2022) Coréia do Sul

Animais: Ratas Exposição olfativa ao óleo de lavanda acelera o início da puberdade em ratas, sugerindo que a exposição deve ser evitada para prevenir efeitos estrogênicos.

79- 2022 Phenols, Parabens, Phthalates and Puberty: a Systematic Review of Synthetic Chemicals Commonly Found in Personal Care Products and Girls' Pubertal Development. (RIVERANÚÑEZ et al., 2022) EUA

Humano: Os achados indicam associações entre exposições pré-natais a alguns fenóis e um início mais precoce da menarca. No entanto, os resultados foram mistos e, em alguns casos, não mostraram associações significativas

80 -2022- Carbamato ( Inseticidas agrícolas) Transtornos neurológicos, infertilidade ( Matos et al. 2022) Brasil

81- 2022. Revisão sobre bisfenol A e o risco de síndrome do ovário policístico: uma visão da expressão endócrina e genética. Mukhopadhyay R, Prabhu NB, Kabekkodu SP, Rai PS Environ Sci pollut Res Int (2022) 29:32631–50. doi: 10.1007/s11356-022-19244-5 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

82- 2022- influência da interação entre cádmio com 17 $\beta$ -estradiol, 2-metoxiestradiol e 16 $\alpha$ -hidroxiestrona na viabilidade e p-glicoproteína na linhagem celular de câncer de ovário. Int Sawicka J Mol Sci (2022) 23(5):2628. doi: 10.3390/ijms23052628 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

83-2022 Ingestão de cádmio como fator prognóstico no câncer endometrial: um estudo de coorte sueco. Razumova Z, Govorov I, Östensson E, Mints M. Nutr Cancer (2022) 74:175–84. doi: 10.1080/01635581.2021.1883681 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] SUÉCIA

84-2022 Exposição a ftalatos e saúde reprodutiva feminina: uma revisão de literatura. Reprod Toxicol (2022) 109:61–79. doi: 10.1016/j.reprotox.2022.02.006 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] Brasil

85-2022-MEDICINA PUC-Rio. Ligação entre poluição do ar e desenvolvimento cerebral infantil. *Site Oficial MEDPUC-Rio*, 18 jul. 2022. Disponível em: <https://www.med.puc-rio.br/notcias/2022/7/25/ligao-entre-poluio-do-ar-e-desenvolvimento-cerebral-infantil>. Acesso em: [ 11/09/2022]. 2022

A pesquisa menciona a necessidade de identificar períodos críticos de susceptibilidade à poluição do ar durante a gravidez. Isso é fundamental, pois diferentes fases do desenvolvimento fetal apresentam vulnerabilidades específicas a agentes ambientais. O primeiro trimestre, por exemplo, é um período de intensa neurogênese, enquanto o terceiro trimestre é crucial para a maturação sináptica e a mielinização. Estudos indicam que

exposições a poluentes durante esses períodos podem aumentar o risco de transtornos do espectro autista (TEA), TDAH e dificuldades cognitivas. A poluição do ar contém diversos poluentes, incluindo material particulado (PM2.5 e PM10), metais pesados (como cádmio, chumbo e mercúrio), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e compostos orgânicos voláteis (COVs). Estudos demonstram que esses poluentes podem desencadear uma resposta inflamatória no organismo materno, alterando citocinas inflamatórias como IL-6 e TNF- $\alpha$ , que são associadas ao risco de transtornos do neurodesenvolvimento na prole, como autismo e esquizofrenia. Outro aspecto relevante é a interação entre disruptores endócrinos e a ativação do sistema imunológico. Muitos poluentes atmosféricos contêm substâncias como dioxinas e ftalatos, que podem interferir tanto no sistema endócrino quanto no sistema imune, exacerbando processos inflamatórios durante a gestação. Esse duplo impacto pode aumentar a vulnerabilidade do feto a alterações no neurodesenvolvimento.

Obs: Se considerarmos os artigos sobre conservantes e corantes como disruptores endócrinos, há um paralelo interessante: substâncias químicas ambientais, sejam elas inaladas (poluição) ou ingeridas (aditivos alimentares), podem atuar como gatilhos para respostas inflamatórias maternas, afetando o cérebro fetal.

86- 2022- [\(Des\)caminhos na garantia da saúde da população negra e no enfrentamento ao racismo no Brasil / Ways and detours in guarantee of health for the black population and the confrontation of racism in Brazil](#)

[Anúnciação, Diana](#); [Pereira, Lucélia Luiz](#); [Silva, Hilton P.](#); [Nunes, Ana Paula Nogueira](#); [Soares, Jaqueline Oliveira](#).

***Ciênc. Saúde Colet. (Impr.)***; *Ciênc. Saúde Colet. (Online)*;27(10): 3861-3870, out. 2022.

Artigo em Português | [LILACS-Express](#) | LILACS | ID: biblio-1404124

87- 2022 Avaliação do papel potencial do dietilestilbestrol na indução da endometriose em um modelo de rato - Uma abordagem alternativa. Krishnamoorthy SP, Kalimuthu V, Chandran Manimegalai S, Arulanandu AM, Thiyagarajan R, Balamuthu K *Biochem Biophys Res Commun* (2022) 617:18–24. doi: 10.1016/j.bbrc.2022.05.092 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

88- 2022- “Impacto do mercúrio em áreas protegidas e povos da floresta na Amazônia: uma abordagem integrada saúde-ambiente”, teve o apoio da organização não governamental Instituto Socioambiental (ISA) e Fiocruz , (2022), mobilizou duas instâncias: a Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca e a Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio. Brasil (<https://repositorio.bvspovosindigenas.fiocruz.br/handle/bvs/6421>)

89- 2023 Síndrome do ovário policístico e desreguladores endócrinos (bisfenóis, parabenos e triclosan) - Uma revisão sistemática. Srnovršnik T, Virant-Klun I, Pinter B. *Life (Basel)* (2023) 13(1):138. doi: 10.3390/life13010138 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

90- 2023 -Bisfenol A e S urinários estão associados à diminuição da reserva ovariana em mulheres de uma clínica de infertilidade no norte da China. Zhang N, Zhao Y, Zhai L, Bai Y, Jia L *Ecotoxicol Environ Saf* (2023) 256:114867. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.114867 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

91-2023- Effect of PFOA exposure on diminished ovarian reserve and its metabolism. (Shen H, Gao M, Li Q, Sun H, Jiang Y, Liu L, Wu J, Yu X, Jia T, Xin Y, Han S, Wang Y, Zhang X. ) *Reprod Biol Endocrinol*. 2023 Feb 1;21(1):16. doi: 10.1186/s12958-023-01056-y. PMID: 36726108; PMCID: PMC9890749.

Devido à sua dificuldade de degradação e facilidade de acumulação no corpo, o ácido perfluorooctanoico (PFOA) tem um efeito prejudicial na reprodução. Este estudo teve como objetivo examinar o efeito da concentração de PFOA no fluido folicular durante a estimulação da ovulação na qualidade do embrião e o impacto da exposição ao PFOA nos componentes metabólicos do fluido folicular. Este foi um estudo prospectivo de centro único que incluiu 25 pacientes com reserva ovariana diminuída (DOR), 25 com reserva ovariana normal (NOR) e 25 com síndrome dos ovários policísticos (SOP). Amostras de fluido folicular foram analisadas usando cromatografia líquida de ultra-alta eficiência-espectrometria de massa em tandem. Demonstramos que os níveis de PFOA do fluido folicular no grupo DOR foram maiores do que aqueles no grupo NOR e no grupo SOP ( $P < 0,05$ ). A concentração de PFOA no grupo SOP foi negativamente correlacionada com embriões de alta qualidade ( $P < 0,05$ ). Para obter mais informações sobre o impacto do PFOA na composição metabólica do fluido folicular, classificamos o grupo DOR com base na concentração de PFOA, para a qual foi realizada análise metabolômica. No grupo de PFOA de alta concentração, houve um aumento e uma diminuição em três e nove metabólitos, respectivamente, em comparação com o grupo de baixa concentração. Esses resultados sugerem que o PFOA pode alterar a composição metabólica do fluido folicular, afetando, portanto, a função de reserva ovariana.

92- 2023 A influência de vários desreguladores endócrinos no sistema reprodutivo. Czarnywojtek A, Borowska M, Dyrka K, Moskal J, Kościński J, Krela-Kaźmierczak I, et al.

Endokrynol Pol (2023) 74:221–33. doi: 10.5603/EP.a2023.0034 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

93-2023- Disruptores endócrinos e endometriose. Dutta S, Banu SK, Arosh JA. *Reprod Toxicol* (2023) 115:56–73. doi: 10.1016/j.reprotox.2022.11.007 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]EUA

94- 2023- A influência de vários desreguladores endócrinos no sistema reprodutivo. Czarnywojtek A, Borowska M, Dyrka K, Moskal J, Kościński J, Krela-Kaźmierczak I, et al. *Endokrynol Pol* (2023) 74:221–33. doi: 10.5603/EP.a2023.0034 [ [DOI](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

95- 2023-. Compostos desreguladores endócrinos no ambiente: foco na saúde reprodutiva feminina e endometriose. 2023-Interdonato L, Siracusa R, Fusco R, Cuzzocrea S, Di Paola R *Int J Mol Sci* (2023) 24(6):5682. doi: 10.3390/ijms24065682 [ [DOI](#) ] [ [Artigo gratuito PMC](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ] EUA

96 2023. Síndrome do ovário policístico e desreguladores endócrinos (bisfenóis, parabenos e triclosan) - Uma revisão sistemática. rnovršnik T, Virant-Klun I, Pinter B *Life (Basel)* (2023) 13(1):138. doi: 10.3390/life13010138 [ [DOI](#) ] [ [PMC artigo gratuito](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

97 2024- The endocrine disruptor cadmium modulates the androgen-estrogen receptors ratio and induces inflammatory cytokines in luminal (A) cell models of breast cancer  
Bimonte VM, Catanzaro G, Po A, Trocchianesi S, Besharat ZM, Spinello Z, Curreli M, Fabi A, Bei R, Milella M, Vacca A, Ferretti E, Migliaccio S. The endocrine disruptor cadmium modulates the androgen-estrogen receptors ratio and induces inflammatory cytokines in luminal (A) cell models of breast cancer. *Endocrine*. 2024 Mar;83(3):798-809. doi: 10.1007/s12020-023-03594-2. Epub 2023 Nov 18. PMID: 37979099; PMCID: PMC10902028.- EUA

98-- 2024 Bisphenol A (BPA) and neurological disorders: (Sung-Ae Hyun, Minhan Ka, 2024) An overview, *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, Volume 173, 2024 - Korea

Nesta revisão, discutimos a correlação entre o BPA e os distúrbios neurológicos com base na biologia molecular celular, neurofisiologia e estudos comportamentais dos efeitos do BPA no desenvolvimento e na função cerebral. Estudos recentes, tanto animais quanto epidemiológicos, indicam fortemente que o BPA impacta significativamente o desenvolvimento e a função cerebral. Ele dificulta os processos neurais, como proliferação,

migração e diferenciação durante o desenvolvimento, afetando a formação e a atividade sináptica. Como resultado, o BPA está implicado em distúrbios neurodesenvolvimentais e neuropsiquiátricos, como transtorno do espectro autista (TEA), transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) e esquizofrenia.

O estabelecimento de uma associação entre BPA e TDAH ainda não é possível devido a resultados contraditórios.

O BPA tem sido associado a problemas comportamentais externalizantes não específicos. Os estudos incluídos apresentaram um baixo nível geral de qualidade e certeza das evidências. Esses resultados contrastam com os achados de revisões recentes. Estudos mais rigorosos, especialmente sobre fatores de confusão, precisam ser realizados.

99-2024 Is exposure to Bisphenol A associated with Attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) and associated executive or behavioral problems in children? A comprehensive systematic review ( Zoppé H, Jean Xavier, Antoine Dupuis, Virginie Migeot, Stéphanie Bioulac, Richard Hary, Frédérique Bonnet-Brilhault, Marion Albouy ), Neuroscience & Biobehavioral Reviews, Volume 167, 2024.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105938><https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014976342400407X>) EUA

100- 2024 Racismo e insegurança alimentar: mazelas de uma comunidade quilombola da Amazônia legal brasileira / Racism and food insecurity: misfortunes of a Quilombola community in the Brazilian Legal Amazon Brasil

101- 2024- Racismo ambiental, mineração e saúde mental da população negra / Environmental racism, mining and mental health of the black population / Racismo ambiental, minería y salud mental de la población negra  
Araújo, Iverson Luan Ferreira; Godoi, Ana Cecilia Rodrigues dos Santos; Ribeiro, Luiz Paulo. Brasil  
*Cad. Saúde Pública (Online)*; 40(6): e00045324, 2024.

Artigo em Português | LILACS-Express | LILACS | ID: biblio-1564229

102- 1999. Plasma steroid concentrations and male phallus size in juvenile alligators from Seven Florida lakes. GUILLETTE, L. J. J.; WOODWARD, A. R.; CRAIN, A. D.; PICKFORD, D. B.; ROONEY, A. A.; PERCIVAL, H. F General and Comparative Endocrinology, v. 116, p. 356–372, 1999.

Contaminados da Flórida, tais como concentrações anormais de hormônios sexuais no plasma (baixa concentração de testosterona) e anomalias morfológicas nas gônadas (redução

no tamanho do pênis) têm sido bastante relatadas. A causa dessas anomalias pode estar relacionada à presença de substâncias estrogênicas e anti-andrógenas. O principal contaminante encontrado nesses jacarés foi o DDE, o mais persistente metabólito do **DDT (GUILLETTE et al., 1999)**

103- 1999 Perinatal exposure to the estrogenic pollutant bisphenol A affects behavior in male and female rats. FARABOLLINI, F.; PORRINI, S.; DESSI-FULGHERI, F *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, v.64, p.687-94, 1999.

104-1998- 1999- 2000-2002 2012 A presença de hormônios femininos em águas superficiais, águas subterrâneas, águas residuárias e até mesmo em águas para consumo humano têm sido relatada em diversos países como Inglaterra, Brasil, Alemanha, Canadá, Itália, Holanda, Estados Unidos e Suécia (DESBROW et al., 1998; LARSSON et al., 1999; TERNES et al., 1999; JONHSON, BELFROID e CORCIA, 2000; KOLPIN et al., 2002; TORRES et al., 2012). Análises de água do rio Tiber, na Itália, que recebe efluente de ETE revelaram a presença de estrona,  $17\beta$ -estradiol e do sintético  $17\alpha$ -etinilestradiol (BARONTI, 2000). Em estudo semelhante na Alemanha, Ternes et al. (1999) detectaram os mesmos hormônios em águas superficiais e em efluente de ETE. Afirmaram que esses estrógenos são frequentemente encontrados nos descartes de ETE e águas superficiais devido à sua remoção incompleta na passagem pela ETE.

105-esgoto doméstico e efluente de ETE na Suécia de 4,5 ng.L<sup>-1</sup> e 2 ng.L<sup>-1</sup>, respectivamente. O mesmo hormônio detectado em esgoto doméstico da Itália (0,5 ng.L<sup>-1</sup>) por Jonhson, Belfroid e Corcia (2000), em águas superficiais de Amsterdã, na Holanda (4,3 ng.L<sup>-1</sup>) por Belfroid et al. (1999), em águas subterrâneas e de consumo humano na Alemanha (2,4 ng.L<sup>-1</sup>) por Adler, Steger-Hartmann e Kalbfus (2001). Em avaliação da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público na região de Campinas (SP), alguns interferentes como estradiol,  $17\alpha$ -etinilestradiol e progesterona foram monitorados e frequentemente detectados nas águas superficiais e potável (GHISELLI, 2006). Na mesma região, Raimundo (2007) analisou 34 amostras de água da Bacia do rio Atibaia, observando que 94% delas apresentavam substâncias consideradas interferentes endócrinos. O  $17\beta$ -estradiol foi encontrado em 35% das amostras enquanto que o  $17\alpha$ -etinilestradiol foi constatado em 15% das amostras. Souza (2008) detectou a presença de estrona,  $17\beta$ -estradiol e  $17\alpha$ -etinilestradiol nos períodos secos do ano no rio Guararoba, município de Campo Grande (MS). Os mesmos hormônios foram detectados por Torres et al. (2012) nos rios Piracicaba e Corumbataí, no município de Piracicaba (SP).

106-1999 [Estarão alguns grupos populacionais brasileiros sujeitos à ação de disruptores endócrinos? / Are some Brazilian population groups subject to endocrine disrupters?](#)

Meyer, Armando; Sarcinelli, Paula N; Moreira, Josino C.

**Cad. saúde pública**; *Cad. Saúde Pública (Online)*;15(4): 845-50, out.-dez. 1999. tab, graf

Artigo em Português | LILACS | ID: lil-260022

Várias substâncias químicas com atividade sobre o sistema endócrino têm sido amplamente utilizadas no Brasil tanto em atividades industriais quanto em outros ramos, como por exemplo, na agricultura. Alguns dados mostrando a contaminação de grupos populacionais brasileiros por substâncias supostamente possuidoras destas propriedades são apresentados neste trabalho. Entretanto, muito pouco, ou mesmo nada, se sabe sobre os efeitos que as mesmas têm sobre a saúde destas populações expostas, mostrando claramente a necessidade urgente de implementação de um programa destinado a esta finalidade.

108- Occurrence of nonylphenol and bisphenol AZEVEDO, D. A.; LACORTEB, S.; VIANA, P.; BARCELÓ, D A in surface waters from Portugal. Journal of the Brazilian Chemical Society, v.12, n.4, p.532-537, 2001.-Portugal

109 -In utero exposure to mercury and childhood overweight or obesity: counteracting effect of maternal folate status. Wang G, DiBari J, Bind E, Steffens AM, Mukherjee J, Bartell TR, Bellinger DC, Hong X, Ji Y, Wang M-C. et al. BMC Med 2019;17:216. - [PMC](#) - [PubMed](#)

110- 2021-. Prenatal exposure to mercury and precocious puberty: a prospective birth cohort study. Human reproduction,2021; 36(3). (WANG G, et al) EUA

Estudo coorte prospectivo. O mercúrio atua como disruptor endócrino e a exposição a esse metal durante o período pré-natal foi relacionado ao aumento do risco de puberdade precoce, através de ação disfuncional no hipotálamo que leva a excesso de secreção de GnRH, especialmente se a genitora apresentar doenças metabólicas associadas.

111- 2022- O estrogenic Activity in Girls with Signs of Precocious Puberty as Exposure Biomarker to Endocrine Disrupting Chemicals: A Pilot Study. International journal of environmental research and public (GEA M, et al.) health, 2022; 20(1): 14.EUA

Estudo transversal A pesquisa evidenciou que níveis plasmáticos de estrogênio foram maiores em meninas que vivem em ambientes urbanos, sugerindo que essas estão mais

expostas à disruptores endócrinos por meio da proximidade a indústrias, do maior contato com alimentos em conserva e do uso de produtos que possuem embalagens plásticas.

112- 2019- Association of phthalates, parabens and phenols found in personal care products with pubertal timing in girls and boys. (HARLEY KG, et al. )*Human reproduction*, 2019; 34(1) 109-117. EUA

Evidenciou que a exposição pré e pós-natal a ftalatos, parabenos e fenóis, considerados disruptores endócrinos, foi fator causal para a diminuição da idade de início da puberdade em meninas. Ressalta, ainda, que essas substâncias são comuns ao cotidiano, sendo encontradas em produtos de higiene e consumo.

**113- 2022-** BRASIL. Ministério dos Povos Indígenas. *Relatório sobre contaminação por mercúrio nos territórios Yanomami e Munduruku.*(BRASIL, 2022) Brasília: MPI, 2022. Brasil

114--2021 PFEIFFER, W. C.; LIMA, M. O.; SILVA, E. R. et al. Contaminação por mercúrio em populações indígenas da Amazônia: impactos à saúde e aos direitos humanos. (PEIFFER, W. C.; LIMA, M. O.; SILVA, E. R. et al. ) *Cadernos de Saúde Pública*, v. 37, n. 5, p. e00001721, 2021.

**115-** 2018- Moosa A, Shu H, Sarachana T, Hu VW. Are endocrine disrupting compounds environmental risk factors for autism spectrum disorder? (Moosa A, Shu H, Sarachana T, Hu VW. *Horm Behav.* )2018 May;101:13-21. doi: 10.1016/j.yhbeh.2017.10.003. Epub 2017 Oct 23. PMID: 29042182; PMCID: PMC5913002.

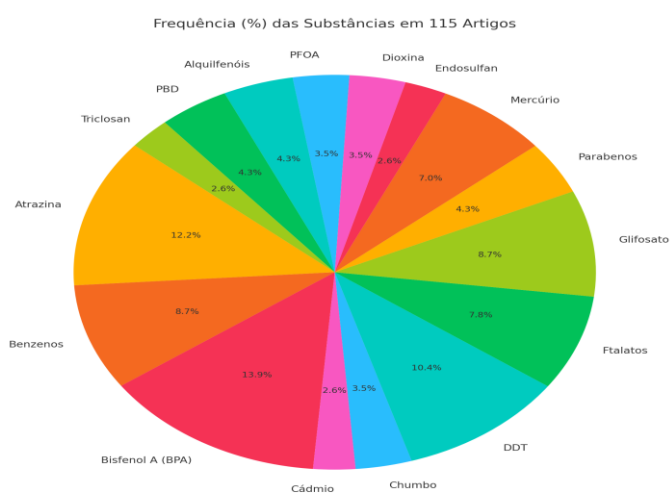
Uma dessas áreas de pesquisa com foco ambiental é a associação de exposições a compostos desreguladores endócrinos ( DE) com risco elevado de TEA. DEs são substâncias químicas exógenas que podem alterar a atividade hormonal endógena e a homeostase, interrompendo potencialmente a ação do sexo e de outros hormônios naturais em todos os estágios do desenvolvimento humano. Na medida em que os hormônios sexuais desempenham um papel fundamental no desenvolvimento do cérebro e na diferenciação sexual, a exposição a EDCs no útero durante estágios críticos do desenvolvimento pode ter influências neurológicas e outras influências fisiológicas duradouras no feto em desenvolvimento e, em última análise, na criança e no adulto. Esta revisão se concentrará nas possíveis contribuições dos EDCs para o risco e patogênese do autismo, discutindo primeiro a influência dos hormônios sexuais endógenos no fenótipo autista, seguido por uma revisão das exposições humanas documentadas aos EDCs e associações com comportamentos relevantes para o TEA. Os vínculos mecânicos entre

exposições aos EDCs e neurodesenvolvimento e comportamentos aberrantes são então considerados, com ênfase nos perfis transcricionais induzidos por EDCs derivados de estudos animais e celulares. Finalmente, esta revisão discutirá possíveis mecanismos pelos quais a exposição aos EDCs pode levar a mudanças persistentes na expressão gênica e no fenótipo, o que pode, por sua vez, contribuir para a herança transgeracional do TEA.

#### 4-Resultados da maior ocorrência dos Disruptores endócrinos nos artigos

As substâncias com maior ocorrência nos artigos foram dependentes de vários fatores e entre eles os principais foram: critérios de busca, localidade do estudo, exposição ocupacional, monitoramento da qualidade do ar, solo agrícola, localização das fontes de água, utilização das substâncias no passado, tempo de exposição, tipo do ambiente e habitantes residentes no local e faixa etária. As substâncias e os artigos que preencheram os critérios de escolha foram:

Tabela 1: – Frequência de ocorrência das substâncias identificadas na literatura



**Agrotóxicos e contaminantes agrícolas = 66/115 (≈57%) Disruptores endócrinos = 49/115 (≈43%)**

AGROTÓXICOS(9) :São usados diretamente na agricultura ou são resíduos comuns dela:

- 1- Atrazina Atrazina: comum em estudos sobre pesticidas agrícolas e suas implicações na saúde e ambiente. Frequências podem variar por local, especialmente em áreas agrícolas. (*Atrazine and Its Metabolites in Drinking Water* (Hayes et al.)

- 2- Glifosato Relacionado à agricultura e à saúde pública, especialmente devido ao seu uso como herbicida. (*Glyphosate and Cancer Risk: Insights into the Controversy* (Zhang et al.)
- 3- DDT Pesticida amplamente estudado, com foco em regiões onde foi usado massivamente no passado. (*DDT Exposure and Cancer Risk* (Cohn et al.); OBS Metoxicloro:Substituto do DDT, presente em estudos sobre pesticidas e toxicologia ambiental. (*Methoxychlor Exposure and Endocrine Disruption* (Cummins et al.);
- 4- Endosulfan
- 5- 5-Dioxina (*subproduto de queima/agroquímicos*)
- 6- -PBD (*bromados também presentes em pesticidas e retardantes de chama*)
- 7- Cádmio (*pode estar em fertilizantes fosfatados*) Cádmio Investigado em estudos sobre metais pesados e seus efeitos tóxicos, especialmente em solos agrícolas e fontes de água. (*Cadmium Exposure and Human Health* (Satarug et al.)
- 8- Chumbo (*resíduo ambiental, às vezes presente em agrotóxicos antigos*) -. Frequente em estudos sobre metais pesados, especialmente em locais com histórico de uso de combustíveis com chumbo. (*Lead Exposure in Children and Neurodevelopmental Impacts* (Lanphear et al.).
- 9- Mercúrio (*também associado à contaminação ambiental e agroindustrial*). Muito estudado em ambientes aquáticos e em saúde humana, especialmente na bioacumulação em peixes. (*Mercury Exposure and Neurodevelopmental Effects* (Trasande et al.).

Disruptores Endócrinos (DEs) clássicos (7 : )Presentes em plásticos, cosméticos e processos industriais:

- 1-Bisfenol A (BPA) Muito presente em estudos sobre produtos plásticos, disruptores endócrinos e saúde reprodutiva. (*BPA Exposure and Health Effects* (Vandenberg et al.);
- 2-Ftalatos Ftalatos Presentes em estudos sobre cosméticos, plásticos e produtos de consumo.( *Phthalate Exposure and Endocrine Disruption* (Swan et al.).
- 3-Parabenos Parabenos:Analisados em estudos sobre conservantes em produtos cosméticos e de higiene. (*Paraben Exposure and Health Implications* (Darbre et al.).
- 4-Alquilfenóis
- 5-PFOA
- 6-Triclosan
- 7-Benzenos (*alguns são DEs e carcinógenos*)

Resultados : As populações mais vulneráveis são geralmente:

### 1- Populações rurais e comunidades tradicionais:

- Agricultores e trabalhadores rurais
- Povos indígenas, quilombolas, ribeirinhos
- Crianças e mulheres gestantes nessas regiões
- Comunidades em zonas de pulverização aérea

OBS: Essas pessoas **respiram, bebem, tocam e ingerem alimentos contaminados** por agrotóxicos — muitas vezes sem qualquer tipo de proteção.

### 2- População urbana de baixa renda:

- Mesmo quem vive longe das plantações consome alimentos contaminados.
- Disruptores endócrinos em produtos de higiene, cosméticos, embalagens e ultraprocessados atingem fortemente **mulheres, gestantes, crianças e adolescentes**.

Substância	Impactos na Saúde Reprodutiva	Produtos	Referências
Atrazina	Redução na qualidade do esperma, problemas de tireoide	Herbicidas agrícolas	Swan, 2003; Pereira et al., 2011; Costa et al., 2018
Ascarel (PCB)	Declínio da função do sistema imunológico, doenças infecciosas, acumulação no leite materno, endometriose, danos ao feto, baixo peso ao nascer, QI reduzido	Equipamentos elétricos, resíduos industriais	Penteado & Vaz, 2001; Baird, 2002; Colborn et al.
Benzo(a)antraceno e Benzo(a)pireno	Danos aos oócitos, alteram a ação dos linfócitos, substâncias mutagênicas	Solventes industriais, combustíveis	Patnaik, 2002
Bisfenol A	Ação disruptiva sobre o estrogênio, diminuição da ovulação, aumento da secreção de prolactina	Plásticos, resinas, alimentos embalados	Wozniak, Bulayeva e Watson, 2005
BTX (Benzeno, Tolueno, Xileno)	Anomalias menstruais, fixação nos glóbulos vermelhos	Solventes industriais, combustíveis	Mendes, 1997; Azevedo & Chasin, 2003
Carbaril	Inibidor de acetilcolinesterase, hipotireoidismo, redução na contagem de espermatozoides, espermatozoides anormais	-	Larini, 1999; Mendes, 1997

Cádmio	Câncer de próstata, acumulação no pâncreas, testículos e tireoide, atrofia testicular, tumores testiculares, redução no volume do esperma, acumulação no leite materno	Baterias, fertilizantes	Cardoso & Chasin, 2001; WHO, 2001
Chumbo	Redução na qualidade/quantidade do esperma, hipotireoidismo, aborto espontâneo, acumulação em tecidos reprodutivos e tireoide, efeitos no cérebro fetal	Pinturas, tubulações, contaminação do solo	Moreira & Moreira, 2004; Mendes, 1997
Clordano, Dieldrin, DDT, Endossulfam	Acumulam-se no leite materno, causam criptorquidia, hipospadia, aumento de irregularidades menstruais	Inseticidas agrícolas	WHO, 2001; Mendes, 1997
Compostos pirimidínicos	Inibem a produção de hormônios esteróides	-	Colborn et al., 2002
DBPC (Dibromocloropropano)	Diminuição da motilidade e produção de espermatozoides	Inseticidas, produtos de limpeza	Bowler & Cone, 2001
Dissulfeto de Carbono	Disruptor hormonal, causa distúrbios menstruais	Produtos químicos	Batstone, 2001
Estireno	Teratogênico, abortamento espontâneo, baixo peso ao nascer	Plásticos, solventes	Larini, 1997; Mendes, 1997
Ftalatos	Redução na qualidade do esperma, teratogênicos, causam desmasculinização e feminilização	Plásticos, produtos cosméticos	McGinn, 2004
Fosmete	Transtornos de desenvolvimento fetal	Inseticidas agrícolas	Dias et al., 2013; Silva et al., 2015
HCB (Hexaclorobenzeno)	Acumulam-se no leite materno, hipotireoidismo, supressão imunológica, esteatose, hepatomegalia	Produtos químicos industriais	WHO, 2001; Patnaik, 2002
Manganês	Danos ao DNA dos linfócitos, Mal de Parkinson, impotência, acumulação na tireoide, pituitária e pâncreas	Indústrias, fertilizantes	Martins & Lima, 2001; Teves, 2001
Mercúrio	Ciclo menstrual irregular, teratogênico, acumulação no leite materno, danos ao sistema nervoso fetal, aborto espontâneo, natimortalidade	Peixes contaminados, produtos de limpeza	Azevedo & Chasin, 2003
Óxido de Etileno	Abortamento espontâneo em profissionais expostos	Indústrias químicas, esterilização	Xelegati & Robazzi, 2003
PCF (Pentaclorofenol)	Causador de cloroacne, disfunção endócrina, anemia aplástica, carcinogenicidade, diminuição da contagem de espermatozoides, fluido seminal reduzido	Produtos químicos industriais	Ministério da Saúde, 2001; Vieira et al.,

Triclorfon	Diminuição da contagem de espermatozoides	Inseticidas, produtos veter.	Spritzer et al., 2001
------------	---	------------------------------	-----------------------

Tabela 3: substâncias e os seus impactos na saúde mental,

<b>Substância</b>	<b>Impactos na Saúde Mental</b>	<b>Produtos</b>	<b>Referências</b>
Atrazina	Alterações hormonais relacionadas ao desenvolvimento mental	Herbicidas agrícolas	Pereira et al., 2011; Costa et al., 2018
Benzo(a)antraceno e Benzo(a)pireno	Danos aos oócitos, substâncias mutagênicas	Poluentes ambientais	Patnaik, 2002
BTX (Benzeno, Tolueno, Xileno)	Fixação nos glóbulos vermelhos, danos neurológicos	Solventes industriais, combustíveis	Mendes, 1997; Azevedo & Chasin, 2003
Cádmio	Acumulação no cérebro, possível impacto neurocognitivo	Baterias, fertilizantes	Cardoso & Chasin, 2001; WHO, 2001
Clorpirifós	Distúrbios neurológicos, ligação com TEA e TDHA	Inseticidas agrícolas	Lima et al., 2014; Silva et al., 2019
Dissulfeto de Carbono	Disruptor hormonal, distúrbios mentais	Produtos químicos industriais	Batstone, 2001
Glifosato	Problemas neurológicos, potencial impacto no desenvolvimento mental	Herbicidas agrícolas	Rodrigues et al., 2013; Santos et al., 2020
Manganês	Mal de Parkinson, danos ao DNA dos linfócitos	Indústrias, fertilizantes	Martins & Lima, 2001; Teves, 2001
Mercúrio	Danos ao sistema nervoso fetal, problemas neurológicos relacionados a TEA e TDHA	Peixes contaminados, produtos de limpeza	Azevedo & Chasin, 2003
Malathion	Transtornos neurodegenerativos, possível impacto em TEA e TDHA	Inseticidas agrícolas	Souza et al., 2016; Oliveira et al., 2018

Paraquate	Problemas neurológicos relacionados ao sistema respiratório e mental	Inseticidas agrícolas	Almeida et al., 2012; Carvalho et al., 2016
-----------	--	-----------------------	---

Tabela4- Substâncias relacionadas com o desenvolvimento de cancer

Substância	Cancer	Produtos	Referências
Atrazina	Câncer de mama, próstata, linfoma	Herbicidas agrícolas	Pereira et al., 2011; Costa et al., 2018
Ascarel (PCB)	Endometriose, danos ao feto, baixo peso ao nascer, câncer	Equipamentos elétricos, resíduos industriais	Penteado & Vaz, 2001; Baird, 2002
Cádmio	Câncer de próstata, tumores testiculares	Baterias, fertilizantes	Cardoso & Chasin, 2001; WHO, 2001
Clorpirifós	Infertilidade, potencial cancerígeno	Inseticidas agrícolas	Lima et al., 2014; Silva et al., 2019
DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano)	Câncer de mama, fígado, pâncreas	Inseticidas agrícolas	Fonseca et al., 2010; Borges et al., 2014
Estireno	Teratogênico, abortamento espontâneo, potencial cancerígeno	Plásticos, solventes	Larini, 1997; Mendes, 1997
Glifosato	Linfoma não-Hodgkin, potencial cancerígeno	Herbicidas agrícolas	Rodrigues et al., 2013; Santos et al., 2020
HCB (Hexaclorobenzeno)	Supressão imunológica, hepatomegalia, potencial cancerígeno	Produtos químicos industriais	WHO, 2001; Patnaik, 2002
Malathion	Câncer de bexiga, transtornos neurodegenerativos	Inseticidas agrícolas	Souza et al., 2016; Oliveira et al., 2018
Paraquate	Câncer de pulmão	Inseticidas agrícolas	Almeida et al., 2012; Carvalho et al., 2016
PCF (Pentaclorofenol)	Carcinogenicidade	Produtos químicos industriais	Ministério da Saúde, 2001; Vieira et al., 1981

Tabela 5: Relação dos disruptores endócrinos no cancer e distúrbios hormonais;

<b>Disruptor Endócrino</b>	<b>Tipo de Câncer</b>	<b>Distúrbios Hormonais</b>	<b>Produtos</b>
<b>Bisfenol A (BPA)</b>	Câncer de mama, próstata	Interferência nos hormônios sexuais (estrógeno e testosterona)	Plásticos (garrafas, recipientes), resinas epóxi (latas de alimentos)
<b>Ftalatos</b>	Câncer de testículo, fígado	Redução da testosterona, disfunções reprodutivas	Plásticos flexíveis (PVC), cosméticos, produtos de higiene
<b>Parabenos</b>	Câncer de mama	Imitam o estrogênio, desregulação do ciclo menstrual	Cosméticos, produtos de higiene pessoal, conservantes alimentares
<b>PFOA (ácidos perfluoroalquilados)</b>	Câncer de rim, testículo	Interferência na função da tireoide	Revestimentos antiaderentes, embalagens alimentares, água contaminada
<b>PCB (Bifenilos policlorados)</b>	Câncer de fígado, mama	Afetam os hormônios da tireoide e sistema reprodutivo	Equipamentos elétricos, tintas, adesivos (uso industrial antigo)
<b>DDT</b>	Câncer de mama, fígado, pâncreas	Imitam o estrogênio, disfunção do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal	Inseticidas (uso banido na maioria dos países, mas ainda persistente no ambiente)
<b>Metoxicloro</b>	Câncer de mama, próstata	Disruptor estrogênico	Pesticidas agrícolas
<b>Alquilfenóis (Nonilfenol)</b>	Câncer de mama	Imita o estrogênio, afeta o sistema reprodutivo	Produtos de limpeza, detergentes, plásticos
<b>Triclosan</b>	Câncer de fígado (evidências preliminares)	Afeta os hormônios da tireoide	Sabonetes antibacterianos, pastas de dente, cosméticos
<b>Dioxinas</b>	Câncer de mama, pulmão, fígado	Desregulação dos hormônios sexuais e tireoidianos	Queima de resíduos industriais, produtos químicos (como herbicidas)
<b>Perclorato</b>	Câncer de tireoide (evidências limitadas)	Bloqueia a captação de iodo pela tireoide	Água potável, fertilizantes, combustíveis de foguete
<b>Chumbo</b>	Câncer de rim (evidências limitadas)	Interferência na função da tireoide e reprodutiva	Tintas antigas, água contaminada (encanamentos de chumbo)
<b>Mercúrio</b>	Câncer de rim, fígado (evidências limitadas)	Afeta o desenvolvimento neuroendócrino	Peixes contaminados, emissões industriais

Tabela 6: Os agrotóxicos e as patologias relacionadas com 21 substâncias reconhecidas como Disruptores endócrinos e os seus efeitos em humanos.

Agrotóxico	Patologias	Frutas	Autores
------------	------------	--------	---------

2,4-D	Linfoma não-Hodgkin, câncer de pele, interferência nos hormônios tireoidianos e estrogênicos	-	-
Aldicarbe	Neurotoxicidade, transtornos endócrinos	Maçã, pêssego, laranja	Nascimento et al. (2017); Ramos et al. (2021)
Atrazina	Distúrbios hormonais, problemas de tireoide, câncer de mama, próstata, linfoma, alterações hormonais	Melão, maçã, uva	Pereira et al. (2011); Costa et al. (2018)
Carbamato	Transtornos neurológicos, infertilidade	Manga, uva, cereja	Gonçalves et al. (2019); Matos et al. (2022)
Carbaryl	Possível carcinogênico (evidências limitadas), disruptor endócrino	-	-
Clorpirifós	Distúrbios neurológicos, infertilidade	Maçã, pêra, cereja	Lima et al. (2014); Silva et al. (2019)
DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano)	Problemas hepáticos, câncer de mama, fígado, pâncreas, disruptor endócrino	Laranja, morango, melancia	Fonseca et al. (2010); Borges et al. (2014)
Dieldrin	Câncer de mama, fígado, alteração na produção de hormônios sexuais	-	-
Endossulfam	Câncer de fígado, câncer de pulmão, transtornos endócrinos	Uva, manga, morango	Bernardes et al. (2015); Castro et al. (2017)
Fosmete	Transtornos de desenvolvimento fetal, problemas cardíacos	Tomate, banana, melão	Dias et al. (2013); Silva et al. (2015)
Glifosato	Disfunção hepática, problemas reprodutivos, Linfoma não-Hodgkin, disruptor endócrino potencial	Tomate, melancia, pêssego	Rodrigues et al. (2013); Santos et al. (2020)
Malathion	Transtornos neurodegenerativos, câncer de bexiga	laranja, banana, abacaxi	Souza et al. (2016); Oliveira et al. (2018)
Paraquate	Problemas respiratórios, disfunção renal, câncer de pulmão	Pêssego, abacaxi, morango	Almeida et al. (2012); Carvalho et al. (2016)

## ANEXO 2

### Principais substâncias reconhecidas Disruptores Endócrinos

Os disruptores endócrinos (DEs) são substâncias químicas que têm se destacado nas discussões sobre saúde pública e meio ambiente, devido ao seu potencial de interferir nos sistemas hormonais dos organismos vivos. Estas substâncias, frequentemente encontradas em produtos industrializados e contaminantes ambientais, podem causar efeitos adversos significativos, comprometendo a saúde reprodutiva, o desenvolvimento neurológico e até mesmo o bem-estar emocional. À medida que as pesquisas avançam, torna-se imperativo identificar e entender as principais substâncias reconhecidas como disruptores endócrinos, para que possamos tomar medidas informadas em direção à proteção da saúde e das gerações futuras. Assim, neste capítulo, abordarei as características dos principais DEs, bem como as fontes em que são comumente encontrados, para elucidar sua relevância e impacto na saúde humana e no meio ambiente.

#### 2.1 Bisfenol A (BPA) e Mecanismo de Ação

Síntese do Bisfenol A

A síntese do BPA é realizada por condensação a partir da reação entre duas moléculas de fenol e uma molécula de acetona, em meio ácido ou básico

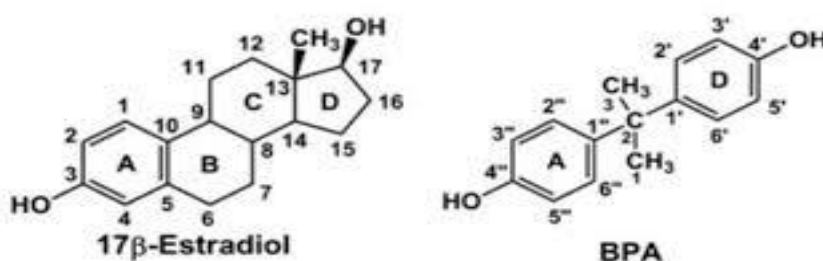
Comercialmente, a produção do BPA é feita pela reação de condensação catalítica do ácido clorídrico com dois mols de fenol e um mol de acetona. A síntese comercial no BPA ocorre sob fluxo borbulhante de cloreto de hidrogênio, onde fenol e acetona são injetados num reator recheado de resina catiônica e a conversão em BPA ocorre na temperatura aproximada de 75°C. A mistura resultante é então encaminhada para um concentrador livre de água e acetona a pressão reduzida. Ao final da reação, o BPA é resfriado, lavado com fenol e então destilado sob pressão reduzida até se cristalizar na forma de um pó branco, (Groshart, et al., 2001).

Existem duas principais rotas de produção de BPA: o de custo mais elevado onde contém até 0,2 % de 2,4-isopropilidenedifenol e é destinado à produção de policarbonatos para garantir suas propriedades físicas e de resistência; já o mais econômico contém 5 – 7% deste mesmo isômero e é destinado à indústria de resinas epóxi (Groshart, et al., 2001).

Bisfenol A é extensamente usado na produção de plásticos, em particular os policarbonatos e resinas epóxi ( Biles, J. E.; Mcneal, T. P.; Begley, T. H.; Hollifield, H. C.; *J. Agric. Food Chem.* **1997**, *45*, 3541 ). ( Fürhacker, M.; Scharf, S.; Weber, H.; *Chemosphere* **2000**, *41*, 751 ).

Pode ainda ser encontrado em adesivos, papéis para fax, tubulações, painéis de carros e produtos eletrônicos. Também estão presentes em revestimentos de latas de conservas e frascos de alimentos para bebês, podendo ser liberado destes causando problemas para a saúde humana. Alguns polímeros usados no tratamento dentário também contêm bisfenol A. A exposição humana a esse composto é consideravelmente alta. (Biles, J. E.; Mcneal, T. P.; Begley, T. H.; Hollifield, H. C.; *J. Agric. Food Chem.* **1997**, *45*, 3541). (Fromme, H.; Pilz, K.; Müller, J.; Wenzel, A.; *Water Res* **2002**, *36*, 1429 )

A maioria dos efeitos prejudiciais do Bisfenol A ocorre porque ele se liga principalmente aos receptores de estrogênio, devido à sua semelhança estrutural com esse hormônio. Quando o Bisfenol A se liga a esses receptores, ele pode ativar ou inibir a transcrição de genes específicos, alterando a expressão gênica. Essas mudanças podem afetar diversas funções biológicas e contribuir para efeitos negativos na saúde. ( Beresford, N.; Routledge, E. J.; Harris, C. A.; Sumpter, J. P.; *Toxicol. Appl. Pharmacol* **2000**, *162*, 22) (Gaido, K. W.; Leonard, L. S.; Lovell, S.; Gould, J. C.; Babai, D.; Portier, C. J.; McDonnell, D. P.; *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **1997**, *143*, 205).



Semelhança da estrutura molecular do Hormonio Estradiol e o Disruptor endócrino Bisfenol A

Fonte: Endocr J 1999 Dec;46(6):773-8.doi: 10.1507/endocrj.46.773.

Figura 5

Observar na Figura 5, tanto o estradiol quanto o BPA possuem anéis aromáticos (fenol) com grupos hidroxila (-OH). No estradiol, o anel A é o anel fenol com o grupo hidroxila na posição 3. No BPA, ambos os anéis fenólicos possuem grupos hidroxila na posição 4.

A presença de grupos hidroxila nos anéis aromáticos é uma semelhança importante, pois permite que ambas as moléculas se liguem aos receptores de estrogênio e influenciem a sinalização estrogênica.

O Bisfenol A (BPA) é um disruptor endócrino amplamente utilizado na fabricação de plásticos e resinas. Sua liberação no meio ambiente ocorre através de várias fontes, incluindo a lixiviação de produtos plásticos descartados, a liberação de resíduos industriais e o escoamento de aterros sanitários. No ambiente, o BPA pode persistir e ter efeitos prejudiciais sobre a vida selvagem e os seres humanos, afetando o sistema endócrino e a reprodução. . (Biles, J. E.; Mcneal, T. P.; Begley, T. H.; Hollifield, H. C.; *J. Agric. Food Chem.* **1997**, *45*, 3541). (Fromme, H.; Pilz, K.; Müller, J.; Wenzel, A.; *Water Res* **2002**, *36*, 1429 )

O Bisfenol A pode interagir com outros receptores nucleares, como o receptor do hormônio tireoidiano em concentrações mais elevadas e também acredita-se que o BPA pode atuar como antagonista indireto do hormônio da tireoide e que seus efeitos sobre a ação deste hormônio in vivo são provavelmente dependentes da composição e da abundância relativa de cofatores disponíveis na célula (SCHUG et al., 2011).

O bisfenol A ainda pode ser encontrado em alimentos embalados cuja proteção interna é feita por esta substância, há possibilidade deste migrar para o alimento após o rompimento da embalagem (RAIMUNDO, 2011).

Entretanto, o lançamento de bisfenol A no ambiente se deve principalmente a pequenas quantidades provenientes de efluentes de estações de tratamento de (60 ) águas residuais que são capazes de remover entre 90 e 98 % da substância (NAKADA et al., 2006; DREWES et al., 2005, apud RAIMUNDO, 2011).

É um dos produtos químicos mais amplamente utilizado no mundo (mais de 2 toneladas são produzidas ao ano) e diversos estudos avaliando diferentes populações mostraram que a grande maioria da população mundial tem níveis detectáveis de BFA no organismo [92,6% em uma população dos Estados Unidos; 90,7% em uma população canadense e 100% em estudo com crianças alemãs (Prüss-Ustün A, Wolf J, Corvalán C, Bos R, Neira M. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. [Internet]. Geneva: WHO; 2016 [citado 2017 jun 26]. Disponível em: [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/)

Além disso, em 2003-2004 uma pesquisa conduzida pelo CDC (Centers for Disease Control and Prevention) dos E.U.A. encontrou níveis detectáveis de BFA em 93% da população acima de 6 anos de idade, sendo relacionado aos distúrbios de puberdade precoce à atividade estrogênica do Bisfenol A, encontrado em embalagens plásticas e outros produtos descartáveis. ( Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxic Substances Portal. [Internet]. Atlanta, Georgia; 2017 [citado 2017 jan 23]. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/substances/index.asp>) (Figura 6)

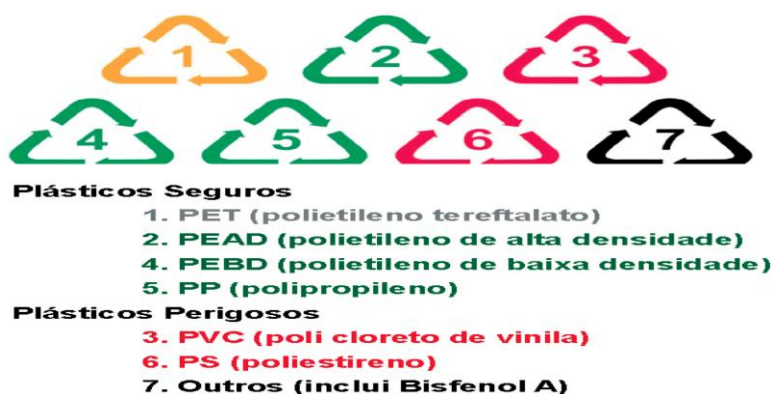


Figura 6 : Representação dos significados numéricos nas embalagens plásticas

Fonte pública internet:

[Euronews.com https://pt.euronews.com › Green › Notícias verdes](https://pt.euronews.com › Green › Notícias verdes)

OBS: A Plastivida( <http://www.plastivida.org.br>) contestam alertas quanto aos riscos de desreguladores hormonais contidos em plásticos, referindo-se, principalmente, ao uso de plásticos para alimentos, como embalagens para microondas, copinhos plásticos descartáveis, e outras embalagens: “É possível que os plásticos não façam mal à saúde, e sim os aditivos colocados nos plásticos para dar a eles as características desejadas.” ( <http://www.plastivida.org.br>). Mas é interessante discutir quem financia as pesquisas.

Pesquisas favoráveis ao uso de embalagens plásticas para alimentos geralmente são financiadas por empresas que produzem plásticos ou são associadas a elas de alguma forma, e as que publicam pesquisas contrárias geralmente são organizações públicas ou relacionadas a elas, como os Cadernos de Saúde Pública, publicados pela Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (Fundação Oswaldo Cruz).

## 2.2 Os surfactantes alquilfenóis e seus etoxilados (APEO)

Os surfactantes são compostos químicos com propriedades de limpeza ou

solubilização. São moléculas que podem ter propriedades hidrofílicas e hidrofóbicas, por possuírem grupos: polar e apolar respectivamente (RAIMUNDO, 2011).

Dentre os alquilfenóis, 4-nonilfenol e 4-octilfenol são os compostos de maior importância no estudo dos DE devido à escala na qual são produzidos, a partir de processos de biodegradação dos alquilfenóis etoxilados (GHISELLI, 2008). Eles são empregados como componentes de detergentes industriais, como agentes dispersantes na produção de polpa e papel, como agentes emulsificantes nas formulações de tintas látex e pesticidas, como aditivos plásticos na produção de resinas fenólicas, como agente floculante, como espermicida em aplicações contraceptivas, nas indústrias têxteis, dentre outras (GHISELLI, 2008).

Particularmente o **nonilfenol (NP)**, apresentam uma variedade de aplicações, incluindo detergentes industriais e domésticos, lubrificantes, emulsificantes e estão presentes em formulações de pesticidas, de tintas e de produtos de uso pessoal (maquiagem, cremes de pele, produtos para cabelo e banho) ( Birkett, J. W.; Lester, J. N.; *Endocrine Disrupters in Wastewater and Sludge Treatment Process*, 1<sup>st</sup> ed., Lewis Publishers, 2003).

Um estudo recente sobre diversos produtos alimentícios comercializados na Alemanha mostrou que muitas vias podem explicar a grande presença dos nonifenóis nos alimentos. O emprego de nonifenol nos agentes de limpeza, nos praguicidas, nas indústrias alimentícias e na agricultura, bem como em embalagens de alimentos, podem ser as possíveis fontes desta substância nos alimentos e nas águas (EPA, 2007).

As possíveis rotas de entrada dessas substâncias no meio ambiente são durante sua produção, uso e disposição. Nas Estações de Tratamento de Esgoto “( ETE )”, os alquilfenóis polietoxilatos (AP) são inicialmente biodegradados, derivando em metabólitos persistentes e altamente lipofílicos, incluindo alquilfenóis etoxilatos e, finalmente, nos alquilfenóis, tais como nonilfenol (NP) e octilfenol (OP) ( Routledge, E. J.; Sumpter, J. P.; *Environ. Toxicol. Chem.* **1996**, *15*, 241).

Estes metabólitos são freqüentemente detectados nos efluentes de ETE e águas superficiais ( Solé, M.; Lopez De Alda, M.; Castillo, M.; Porte, C.; Ladegaard-Pedersen, K.; Barceló D.; *Environ. Sci. Technol.* **2000**, *34*, 5076 ) e (Kuch, H. M.; Ballschmiter, K.; *Environ. Sci. Technol.* **2002**, *35*, 3201 ).

sendo também relatados seus efeitos em organismos expostos a essas substâncias estrogênicas. (Jobling, S.; Sumpter, J. P.; *Aquat. Toxicol* **1993**, *27*, 361 ).

Os surfactantes, geralmente, sofrem 80% de biodegradação, formando água e gás carbônico. No entanto, a biodegradação primária dos alquilfenóis resulta na formação de vários metabólitos persistentes que não são completamente eliminados nas ETE. Estima-se que cerca de 60 a 65% de todo nonifenol que chega às ETE são descartados no meio ambiente (DA SILVA, 2006).

### **2.3 Bactericidas- Triclosan**

Os bactericidas utilizados em produtos de limpeza e uso pessoal são encontrados na água. Um dos mais comuns é o triclosan, apresentado na empregado em sabonetes antibacterianos e em outros itens de uso pessoal como xampus, desodorantes, loções, cremes dentais, roupas esportivas, sapatos, carpetes e até mesmo em contêineres para lixo. (61)

Esse composto e seu derivado de metila foram encontrados em águas naturais na Suíça(MANAHAN, 2013).

### **2.4. Ftalatos**

Os ftalatos são usados como aditivos (plastificantes) em alguns plásticos, principalmente na produção de PVC. Podem ser encontrados em brinquedos infantis, embalagens de produtos alimentícios e equipamentos médicos. Devido a sua persistência no meio ambiente, os ftalatos são comumente encontrados em águas superficiais e de subsolo (Hutchins, S. R.; Ward, C. H.; *J. Hydrology* 1984, 67, 223.) e (Fromme, H.; KÜchler, T.; Otto, T.; Piltz, K.; Muller, J.; Wenzel, A.; *Water Res.* 20)

### **2.5 Retardadores de chama bromados (PBDE)**

São chamados difenil-éteres polibromados (PBDE), são um grupo de substâncias químicas adicionadas em alguns produtos, como computadores, TV, tecidos domésticos, assentos de carros, são utilizados para atrasar a combustão. Essas substâncias são persistentes, lipofílicas e bioacumulativas (Birkett, J. W.; Lester, J. N.; *Endocrine Disrupters in Wastewater and Sludge Treatment Process*, 1<sup>st</sup> ed., Lewis Publishers, 2003 ).

### **2.6 Parabenos**

Os Parabenos são ésteres de alquil de ácido para-hidrobenzóico, compostos utilizados como conservantes em cosméticos e em algumas pastas dentárias. Vários compostos deste grupo apresentam atividade estrogênica. (Reys, L. L.; *RFML Série III* 2001, 6, 213).

### **2.7 Estrogênios Sintéticos**

Alguns agentes terapêuticos e farmacêuticos também estão na lista das substâncias classificadas como desreguladores endócrinos. São estrogênios sintéticos usados como contraceptivos orais, na reposição terapêutica na menopausa ou na prevenção do aborto, tais como, **DES e o 17a-etinilestradiol**. A maior aplicação médica do 17a-etinilestradiol tem sido no desenvolvimento de pílulas contraceptivas, que contêm de 30 a 50 µg de 17a-etinilestradiol por pílula ( Beausse, J.; *Trends Anal. Chem.* 2004, 23, 753 ).

## 2.8 Fitoestrogênios

Uma variedade de hormônios naturais é encontrada em plantas e são chamados de fitoestrogênios. Uma grande quantidade dessas substâncias é absorvida através da dieta alimentar. Alimentos como grãos integrais, ervilhas, feijão, alguns vegetais e frutas contêm fitoestrogênios. A soja e os alimentos baseados em soja, como tofu, são alguns dos alimentos que possuem essas substâncias. Os fitoestrogênios mais estudados são da classe dos lignanos e das isoflavonas. Os fitoestrogênios são compostos naturais mais fracos que os estrogênios endógenos. Estudos indicam que essas substâncias podem se acoplar aos RE e podem funcionar como agonistas ou antagonistas no sistema endócrino (Birkett, J. W.; Lester, J. N.; *Endocrine Disrupters in Wastewater and Sludge Treatment Process*, 1<sup>st</sup> ed., Lewis Publishers, 2003 ).

Pesquisadores têm chegado a conclusões dúbias quanto aos benefícios e/ou efeitos danosos dos fitoestrogênios. Segundo a Comissão das Comunidades Europeias CEC - Commission of the European communities. (Community strategy for endocrine disrupters: a range of substances suspected of interfering with the hormone systems of humans and wildlife. Communication from the commission to the council and the European parliament, Brussels, COM(1999) 706 final, 1999 ), os fitoestrogênios apresentam alguns efeitos benéficos comprovados para a saúde humana, tais como, na prevenção das doenças cardiovasculares, da osteoporose e de alguns tipos de câncer.

Acredita-se que o corpo humano consiga decompor facilmente e excretar rapidamente essas substâncias, significando que elas passam pouquíssimo tempo no organismo e não se acumulam gradualmente nos tecidos, como acontece com algumas substâncias sintéticas. Todavia, podem existir alguns riscos associados às alterações de estilo de vida e à mudança dos hábitos alimentares e de consumo, que levem a um maior consumo de alimentos que contenham estas substâncias.

## 2.9 Agrotóxicos

### 2.9.1 Glifosato

É importante ressaltar que, de acordo com o Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz, o glifosato é um princípio ativo inicialmente desenvolvido na indústria farmacêutica e posteriormente utilizado em herbicidas, tornando-se uma substância amplamente utilizada na agricultura (Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz, 2022).

### 2.9.2 Organoclorados (OC) - DDT

Os agrotóxicos organoclorados foram amplamente utilizados na agricultura e

prevenção de doenças, principalmente, entre as décadas de 1940 e 1960. Devido à sua toxicidade e permanência ambiental são atualmente alvo de preocupações globais (LUO et al., 2017). É uma das classes mais estudadas de agrotóxicos, principalmente, DDT e seus metabólitos (p,p'-DDE e p,p'-DDT), heptacloro, aldrin, lindano e clordano. Os organoclorados podem atuar como iodogênico ou seja, dificultam a absorção de iodeto e levam a doenças tireoidianas como hipotireoidismo, hipertireoidismo e doenças autoimunes da tireoide (BENVENGA; ANTONELLI; VITA, 2015).70

### **2.9.3- Atrazina**

É um herbicida tiazínico que estão entre os pesticidas mais utilizados no mundo. É encontrada em em vários compartimentos ambientais , contaminando solo e fontes de água . A ATZ está incluída na lista de poluentes prioritários da união europeia. Considerada um interferente endócrino muito ativo, mesmo em baixas concentrações, a atrazina foi responsável pela feminização de anfíbios e completa castração de rãs africanas (*Xenopus laevis*) expostas em concentrações de 2,5 µg/L durante todo o período larval e três anos após a metamorfose (HAYES et al., 2010, apud RAIMUNDO, 2011). 65

Dentre os herbicidas, a atrazina é grandemente utilizada em culturas de cana-de-açúcar e milho, além de possuir registro para o uso em outras cinco culturas: abacaxi, pinus, seringueira, sisal e sorgo. É um dos agroquímicos mais utilizados no Brasil, estando em sétimo lugar no ranking dos ingredientes ativos mais comercializados no ano de 2009 (IBAMA, 2010).

Segundo o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o estado de Mato Grosso foi o maior consumidor de atrazina no ano de 2009. Como este é um estado com grande produção agrícola, o consumo de agrotóxicos e produtos afins também é alto e, logo, há uma preponderante contaminação dos mananciais de água com essas substâncias químicas. (SANTANA, 2013. ) (59 )

A principal via de exposição humana a atrazina é a ingestão de água tratada, uma vez que a exposição por alimentos não é significativa (ATSDR, 2008), portanto este dado mostra como as estações de tratamento de água não são capazes de remover este contaminante com eficiência.

No Brasil, a atrazina é um dos poucos contaminantes emergentes que possuem legislação para sua concentração no ambiente. Essa legislação, contudo, não veio com o intuito de estabelecer limites para a atrazina por conta do seu potencial como contaminante emergente, mas por ela apresentar efeitos carcinogênicos (SANTANA, 2013).

### **Disruptor endócrino e os metais - O impacto na saúde mental**

*O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano." Isaac Newton (citado em: Harlow, H. F. (1966). Behavioral Science in the Study of Nature. Boston: Houghton Mifflin.)*

A relação entre metais e a saúde mental tem gerado uma crescente preocupação no campo da pesquisa científica e da saúde pública. Nos últimos anos, estudos têm evidenciado que a exposição a metais pesados, como mercúrio, chumbo e arsênio, pode ter efeitos adversos significativos na função cognitiva, no comportamento e no bem-estar psicológico. Por essas razões, há um esforço contínuo para regulamentar a presença dessas substâncias em nosso ambiente e mitigar seu impacto na saúde humana e ambiental. Trata-se de metais que têm sido detectados em diversos contextos: no solo, na água, no ar, em efluentes domésticos e industriais, bem como em alimentos, cosméticos e produtos derivados das atividades agrícolas e pecuárias. Além disso, é importante notar que alguns desses metais podem também ter origem natural, como é o caso do fitoestrógeno, encontrado em diferentes espécies de plantas. Assim, entender a complexidade dessa interação é fundamental para a formulação de políticas eficazes e para a proteção da saúde mental da população.

### **Mecanismos de ação dos metais pesados no cérebro**

#### Sistema imunológico e citocinas inflamatórias

Estudos indicam que os metais pesados podem alterar as funções do sistema imunológico, modulando a secreção de citocinas e interferindo nas interações entre os sistemas nervoso, endócrino e imunológico. Isso contribui para uma resposta inflamatória crônica que exacerba os danos neurológicos. ( Figura 2 ) ( MARQUES, A. H., Cizza, G., & Sternberg, E. M. (2007). "The neuroendocrine immune network in the pathophysiology of chronic inflammation and autoimmune diseases." *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1110(1), 122-132.). Outro estudo conduzido por BUTTS e colaboradores ( 2008 ), investigam como os hormônios e neuro transmissores influenciam a atividade imunológica, particularmente em resposta aos metais pesados e outros poluentes. ( BUTTS, C. L., & Sternberg, E. M. (2008). "Neuroendocrine factors (BUTTS, C. L., & Sternberg, E. M. (2008). "Neuroendocrine factors alter host defense by modulating immune function." *Cellular Immunology*, 252(1-2), 7-15.)

### **Disfunção da Barreira Hematoencefálica**

A hipótese recente levantada por Pamplet (2023) sugere que a lesão de neurônios seletivos do lócus cerúleos por metais tóxicos provoca uma disfunção da barreira hematoencefálica. Isso permite a entrada de toxinas em circulação nos astrócitos e a subsequente transferência para oligodendrócitos e neurônios, causando danos significativos que se manifestam como

distúrbios neurológicos. (Figura 2) ( **PAMPLETT, R., & Bishop, D. P. (2023)**. "The toxic metal hypothesis for neurological disorders." *Archives of Health*, 4(3), 909-928.)

### **Chumbo**

Nos tempos do Império Romano (27 A.C - 476 D.C.), onde o chumbo nas antigas cerâmicas para armazenar água e vinho (Edward Gibbon; s/p(2005), foi associado a uma tragédia silenciosa de aumento da incidência natimortos, até os dias atuais, onde a sombra deste metal sintético paira sobre a maior incidência de abortos, teratospermia, morfologia anormal e morte dos espermatozoides. ( <https://www.scielo.br> > csc acesso 15/072023)

O chumbo produz efeitos deletérios no sistema nervoso central e periférico, gerando alterações neurocomportamentais relacionadas, tais como, alterações de memória, hiperexcitabilidade, depressão, apatia, insônia, dificuldade de concentração, irritabilidade, hostilidade, fadiga, perda da libido, déficits de inteligência, ataxia, alterações na percepção visual e na coordenação visual-motora, alterações psicomotoras e neuromusculares. <https://www.scielo.br> > csc acesso 15/072023

Os tempos de meia-vida do Pb nos três compartimentos são bastante diferentes, sendo estimado em 36 dias para o sangue, 40 dias para os tecidos moles e 27 anos para os ossos. (<https://www.scielo.br> > csc acesso 15/072023)

Um exemplo vívido dos efeitos devastadores dos metais pesados pode ser encontrado na trágica história do rio Subaé, (Bahia- Brasil). Lá, uma fábrica de baterias liberou quantidades alarmantes de chumbo na água, contaminando não apenas o ambiente, mas também as comunidades que dependiam do rio para sustento e sobrevivência.

Essa contaminação teve um impacto avassalador na saúde das pessoas, especialmente das crianças, cujos cérebros em desenvolvimento são particularmente vulneráveis aos efeitos neurotóxicos do chumbo. Muitos enfrentaram déficits de desenvolvimento, problemas de aprendizado e dificuldades comportamentais, testemunhando os estragos causados pela negligência ambiental e pela exposição a metais pesados.

Enquanto se desenvolviam os estudos sobre os níveis de chumbo no sangue das crianças de Santo Amaro, Petersen (1982) estudou a presença de chumbo e cádmio em alimentos de origem vegetal cultivados nas proximidades de Cobrac e concluiu que as mais altas concentrações de chumbo foram encontradas nas amostras de hortelã e alface; que havia uma relação inversa entre distância da fábrica e concentrações de chumbo, e que os índices

encontrados em Santo Amaro eram maiores do que aqueles recomendados pela OMS para a tolerância diária por pessoa: "Assim, uma dieta à base dos vegetais provenientes dessa área, excetuando-se os frutos, é potencialmente perigosa" (PETERSEN, 1982: 71).

A produção científica deste grupo, de acordo com Tavares e Carvalho (1992), trata-se da maior produção regular de estudos epidemiológicos de populações expostas ambientalmente a metais pesados, fora do local de trabalho. Essa produção também contribuiu para a imposição de medidas de controle da poluição, fruto do resultado dos exames laboratoriais que identificaram elevados níveis de *zinco protoporfirina* e de chumbo no sangue das crianças.

Por decreto do Governo do Estado da Bahia, a Cobrac foi obrigada a remover a população residente de um raio de 500m para outras localidades; encarregar-se do tratamento das crianças afetadas; a construir uma chaminé de 90m de altura; instalar um sistema de filtração em todas as fontes de material particulado; suspender a doação de escória e de filtros de chaminé usados; e a fornecer roupa para os empregados da fábrica, de uso exclusivo no trabalho (TAVARES, 1990).

Um segundo estudo com as crianças foi realizado em 1985, com objetivo de avaliar os efeitos das medidas mitigadoras impostas à indústria. Os resultados indicaram que houve diminuição no grau de intoxicação das crianças, mas que os valores de chumbo e cádmio permaneciam altos e com a ocorrência de casos novos (TAVARES, 1990).

Em 1990, a tese de Tavares, consolida as pesquisas feitas durante dez anos pelos integrantes do Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente/Universidade Federal da Bahia (NIMA/UFBA). Tavares (1990) concluiu que as concentrações de cádmio no sangue das crianças eram as mais altas do mundo em decorrência da exposição ambiental e que lesões renais, que é um efeito clínico a longo prazo, poderiam começar a surgir nas crianças estudadas a partir de 1990; que a escória espalhada pela região constituiu-se em um fator adicional para aumento dos níveis de cádmio, mas não de chumbo no sangue das crianças; e que as medidas reparadoras/mitigadoras reduziram sensivelmente os níveis ambientais do cádmio e, em menor extensão, os do chumbo, assim como os níveis no sangue infantil. Entretanto, novos casos de risco de intoxicação continuaram a surgir, indicando que as medidas foram insuficientes (TAVARES, 1990).

Pouco antes do fim da década, resultados obtidos em um estudo de 1998 indicaram que 88% das crianças de Santo Amaro tinham níveis de chumbo no sangue maiores do que 10µg/dL e que 32% excediam 20µg/dL (CARVALHO *et al.*, 2003). Esses autores destacam que o fato de as crianças (de 1 a 4 anos) examinadas terem nascido após o fechamento da fábrica, indica

que o "passivo ambiental" deixado pela metalurgia permanecia como uma fonte de exposição relevante para a intoxicação pelo chumbo, particularmente entre crianças com transtorno do hábito alimentar (comer terra, barro, reboco ou outros materiais).

Em 2001, em mais uma dissertação produzida por um integrante da equipe do Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente - NIMA, ficou evidenciado que os percentuais de alterações cromossômicas, em bovinos e mulheres adultas de Santo Amaro, foram significativamente maiores do que os da população controle (COSTA, 2001).

São ainda descritos: dores em membros, impotência sexual, diminuição do número dos espermatozoides, perda auditiva, gosto metálico na boca, palpitações, vertigens e alucinações. Em mulheres, o chumbo pode causar anormalidades menstruais, abortos e partos prematuros, além de atravessar a barreira placentária e estar presente no leite materno, com potencial para causar danos irreversíveis ao feto e ao recém-nascido. (COSTA, 2001).

Em meio a essa tragédia ambiental, a música "Subaé" de Caetano Veloso ecoou como um lamento poderoso, dando voz à dor e ao sofrimento das comunidades afetadas. Suas letras poéticas ecoaram pela paisagem desolada do rio Subaé, capturando a angústia e a resiliência daqueles que enfrentaram a devastação causada pela contaminação por chumbo.

Como uma ode à luta pela justiça ambiental e pela proteção da saúde humana, a música de Caetano Veloso ressoou além das fronteiras da Bahia, ecoando como um lembrete sombrio dos perigos dos metais pesados e da urgência de ação para proteger nossos cérebros e nosso meio ambiente.

A atualização de 2021 da Organização Mundial da Saúde (OMS) do "Impacto na saúde pública dos produtos químicos: fatores conhecidos e desconhecidos" estima que quase metade dos 2 milhões de vidas perdidas por exposição a produtos químicos conhecidos em 2019 devem-se à exposição ao chumbo.

### **Fontes e níveis de exposição**

A maior incidência de intoxicação por chumbo ocorre, devido à contaminação ambiental, pela ingestão de alimentos e bebidas contaminadas e por partículas suspensas no ar (KOSNETT, 2003). Na atividade ocupacional, a via mais freqüente de intoxicação é a inalatória, como consequência da contaminação do ambiente de trabalho (PAOLIELLO & CHASIN, 2001).

Dentre os gêneros alimentícios que mais contribuem para a ingestão de chumbo destacam-se: a água potável, bebidas em geral, cereais, vegetais e frutas (SALGADO, 2003). Em virtude

da elevada toxicidade do chumbo, mesmo em níveis traços, as autoridades sanitárias mundiais são criteriosas em estabelecer medidas que busquem reduzir a concentração deste metal nos alimentos. Nos Estados Unidos existem campanhas junto às indústrias alimentícias, na busca de uma maior consciência da necessidade de restringir-se a contaminação de alimentos e preservar a saúde coletiva (SCHAFFNER, 1981 apud OKADA et al. 1997).

Os níveis de chumbo nos alimentos são maiores, em regiões industrializadas, destacando-se aquelas onde o metal e seus compostos são amplamente utilizados. Esta contaminação dos ali- Infarma, v.17, nº 5/6, 2005 69 mentos deve-se a incorporação do chumbo nos mesmos durante os processos de industrialização ou no seu preparo doméstico, geralmente ao utilizarem-se utensílios de cerâmica, chumbo-cristal ou metálico (SALGADO, 2003).

Os organismos aquáticos captam e acumulam o chumbo presente na água e no sedimento. Nos peixes, o chumbo acumula-se principalmente nas brânquias, fígado, rins e ossos. Os alimentos de origem animal, como leite e seus derivados, apresentam níveis variáveis de chumbo. Na carne bovina e suína com osso (local de maior deposição do chumbo), o metal é liberado em maior quantidade quando esta é cozida, podendo alcançar valores de até 350 µg/Kg (SALGADO, 2003).

Segundo Sharma et al. (1982), a ingestão de 500 mg de chumbo, ou mais, por dia pode ocasionar sua excreção no leite bovino em valores médios de 0,06 mg/L. Segundo Carrington et al. (1993) são tolerados, para crianças e mulheres grávidas não expostas, valores de ingesta diária aceitável (IDA) de 60 µg Pb/dia e 250 µg Pb/dia, respectivamente. Tais valores de IDAs representam níveis de chumbo no sangue de 10 µg/dl. Entretanto, para adultos a IDA estabelecida é de 750 µg Pb/dia e o valor da plumbemia não deve ultrapassar os 30 µg/dl de sangue. Entretanto, valores próximos a 30 mg/dl de sangue já proporcionam inibição da ALA-D, assim como, segundo o mesmo autor, podem ocasionar, efeitos nocivos no SNC e danos no desenvolvimento sensorial. Cinética do chumbo em organismos superiores.

No organismo humano, o chumbo inorgânico não é metabolizado, e sim complexado com macromoléculas, sendo diretamente absorvido, distribuído e excretado (TSALEV & ZAPRIANOV, 1985). O chumbo orgânico, no entanto, sofre metabolização pelo fígado a chumbo triálquil e chumbo inorgânico, os quais são responsáveis pelos efeitos tóxicos (KOSNETT, 2003). Sua absorção, não depende unicamente da concentração e do tempo de exposição ao metal, mas também dos fatores relacionados às propriedades físico-químicas como o tamanho da partícula e a solubilidade do composto.

Além disso, fatores relacionados ao indivíduo, como, por exemplo, a idade, o estado fisiológico e a constituição genética, também, são importantes (BRITO FILHO, 1988; KLAASSEN, 1991; SALGADO, 2003; LARINI et al., 1997; PAOLIELLO & CHASIN, 2001). Deve-se considerar ainda fatores nutricionais, como a baixa ingestão de cálcio (BARTON et al., 1978, SADAO, 2002), fósforo, ferro e proteínas na dieta, que podem provocar um aumento na absorção do chumbo (WHO, 1995, SADAO, 2002). Depois de absorvido, o chumbo distribui-se, através do sangue, para todo o organismo. A maior parte do metal circulante está associada aos eritrócitos, numa proporção superior a 90% (SALGADO, 1996; LARINI et al., 1997; KOSNETT, 2003). no entanto, da fração absorvida, aproximadamente 60% é retida no organismo e os 40% restantes são excretados (CHAMBERLAIN, 1985 apud WHO, 1995), principalmente através da urina e das fezes (excreção biliar) (LARINI et al., 1997).

Discussão :

A canção "Rio Subaé," interpretada por Maria Bethânia e escrita por Caetano Veloso, não é apenas uma melodia; é um grito poético e doloroso que ecoa das margens de um rio outrora puro e agora envenenado. O Rio Subaé, serpenteando por Santo Amaro da Purificação, berço de Veloso no Recôncavo Baiano, carrega em suas águas o peso do chumbo e de outros metais pesados, depositados impiedosamente por uma mineradora que, em sua ganância, desconsiderou a vida que o rio sustentava. A canção emerge como um protesto, uma ode à terra e ao povo que sofre em silêncio sob o manto escuro da contaminação.

Mas o Rio Subaé não é uma anomalia isolada; é um reflexo doloroso do destino compartilhado por tantos outros rios brasileiros, e até mesmo pelos vastos mares e oceanos que cobrem nosso planeta. A água, esse recurso vital que compõe quase 98% da superfície terrestre, está sendo corrompida, enquanto os preciosos 2,5% de água doce que restam tornam-se cada vez mais escassos.

Cantores e compositores, como Guilherme Arantes em sua emblemática "Planeta Água," têm celebrado a importância desse elemento essencial desde tempos imemoriais. Quando Arantes lançou a canção em 1983, ela era uma celebração da beleza e do poder da água. Hoje, à medida que o veneno da poluição se espalha e a seca avança, "Planeta Água" ressoa como um hino à resistência, um lembrete da necessidade urgente de preservação.

Vivemos em um tempo onde o acesso à água potável se tornou um desafio global, um desafio tão crítico que foi colocado no centro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU. É imperativo, mais do que nunca, que a sociedade como um todo abrace práticas de uso racional e consciente da água. O desperdício e a escassez ameaçam

não apenas o presente, mas o futuro de todas as gerações. Cuidar da água é cuidar da vida; é um ato de amor e responsabilidade que transcende o tempo.

### **Mercúrio**

O mercúrio é um neurotóxico e pode afetar negativamente o desenvolvimento neurológico em crianças, resultando em atrasos no desenvolvimento cognitivo e motor, dificuldades de aprendizagem e problemas de comportamento. Outro metal preocupante é o chumbo, embora sua principal fonte de exposição seja a ingestão de alimentos contaminados e poeira em ambientes urbanos, a contaminação da água por tubulações de chumbo também pode ocorrer em algumas regiões. A exposição ao chumbo tem sido associada a danos no sistema nervoso central, resultando em déficits cognitivos, problemas de aprendizagem, alterações comportamentais e diminuição do desenvolvimento intelectual em crianças. (CHEN, Pan; ASCHNER, Michael; MIAH, Mahfuzur Rahman. Metals and Neurodegeneration. )Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27006759/>. [

Como exemplos de águas contaminadas podemos citar que na área acima, da bacia do rio Cassiporé, encontra-se uma das regiões mais importantes para a mineração no Estado do Amapá. O distrito de Lourenço é o centro dessas atividades e um dos lugares fortemente afetados pela mineração ilegal no estado. O garimpo em Lourenço tem uma longa história, com mais de cem anos de atividade, focado principalmente na extração de ouro, tem como marcador o ano de 1893, onde uma quantidade significativa de mercúrio já tinha sido sinalizada uma enorme liberação deste metal, no ambiente (Mathis et al., 1997; Pinto et al., 1999). Assim como outros metais de altos níveis de alumínio (28 ppm), cádmio (43 ppm), chumbo (93 ppm), associados à presença de ouro e disponíveis nos horizontes ricos em ferro e alumínio (Costa, 1992).

Esses metais são liberados nos córregos, igarapés e rios devido à atividade de mineração. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi o de destacar os metais: mercúrio, alumínio, cádmio e chumbo como os mais comuns e perigosos, dado sua influência na contaminação aquífera brasileira. É possível descrever os principais metais pesados que podem contaminar rios e afluentes dado que estes provocam determinados danos ao sistema nervoso central irreversíveis sobretudo para aqueles que vivem à beira dos afluentes e rios e ao consumidor final

O mercúrio, entre outros metais pesados, como o cádmio, o arsênio e o alumínio, também podem ter efeitos neurotóxicos em casos de exposição crônica e em altas concentrações.

Esses metais podem ser encontrados em várias fontes de contaminação ambiental, incluindo águas superficiais e subterrâneas. (Devos et al., 2014).

O metilmercúrio (MeHg) é um composto metálico orgânico tóxico xenobiótico (917 Archives of Health, Curitiba, v.4, n.3, p.909-928, 2023. ISSN 2675-4711 ) derivado do mercúrio inorgânico (Hg). O Hg é encontrado em nosso ambiente principalmente por meio de fontes antropogênicas, como resíduos industriais, mineração de carvão, e fontes naturais, como vulcões e incêndios florestais, que liberam Hg de volta à atmosfera.

O Hg que polui o ambiente aquático por essas vias pode ser prontamente metilado em MeHg por bactérias redutoras de sulfato e uma variedade de outras bactérias anaeróbicas. O MeHg se bioacumula na cadeia alimentar aquática, e o consumo de frutos do mar continua sendo uma das principais formas de exposição para os seres humanos. O MeHg tem alta afinidade pelo enxofre e pode atravessar a barreira hematoencefálica ligando-se a grupos tiol de proteínas; ele também pode se ligar à cisteína solitária, imitando a estrutura da metionina, permitindo a possibilidade de absorção pelos transportadores de aminoácidos.

### **Considerações do metal mercúrio no Impacto da saúde**

O mercúrio liberado de forma indiscriminada no meio ambiente pode permanecer por até 100 anos em diferentes compartimentos ambientais e pode provocar diversas doenças em pessoas e em animais.

Nas crianças, os problemas podem começar na gravidez. Se os níveis de contaminação forem muito elevados, podem haver abortamentos ou o diagnóstico de paralisia cerebral, deformidades e malformação congênita.

Além disso, as crianças mais novas podem desenvolver limitações na fala e na mobilidade. Na maioria das vezes, as lesões são irreversíveis, provocando impactos na vida adulta, conforme a pesquisa

Um estudo realizado pela Fundação Oswaldo Cruz, divulgado em 2020, revelou [alterações neurológicas e psicológicas em adultos e atrasos no desenvolvimento de crianças](#) associados ao consumo de peixes contaminados por mercúrio. A pesquisa foi realizada com indígenas do Povo Munduruku que vivem na região do Médio Tapajós, no Pará.

A Fundação também já revelou alto nível de mercúrio entre os Yanomami. Uma pesquisa, divulgada em 2016, apontou que indígenas de comunidades próximas ao Uraricoera, umas das principais vias fluviais de acesso à garimpos ilegais na Terra Indígena Yanomami, tinham alto nível de mercúrio no organismo, com [92,3% de contaminação](#).

Em junho do ano passado, um outro estudo da Polícia Federal revelou que quatro rios da região tem alta contaminação por mercúrio: **8600% superior** ao estipulado como máximo para águas de **consumo humano**.

#### Toneladas de mercúrio entram clandestinamente no país para abastecer garimpo de ouro

À época, as águas que podem ser destinadas para irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas, forrageiras, a pesca amadora e a navegação, também apresentaram um teor de mercúrio de 860% nas amostras.

#### **Crise Yanomami**

Maior território indígena do Brasil, a Terra Yanomami enfrenta uma crise humanitária e sanitária sem precedentes, com casos graves de indígenas com malária e desnutrição severa - problemas agravados pelo avanço de garimpos ilegais nos últimos quatro anos.

Desde o dia 20 de janeiro, a região está em emergência de saúde pública devido ao cenário de desassistência. Desde então, o governo Federal atua para frear a crise com envio de profissionais de saúde, cestas básicas e desintrusão de garimpeiros do território.

A invasão do garimpo predatório, além de impactar no aumento de doenças no território, causa violência, conflitos armados e devasta o meio ambiente - com o aumento do desmatamento, poluição de rios devido ao uso do mercúrio, e prejuízos para a caça e a pesca, impactando nos recursos naturais essenciais à sobrevivência dos indígenas na floresta. O mercúrio liberado de forma indiscriminada no meio ambiente pode permanecer por até 100 anos em diferentes compartimentos ambientais e pode provocar diversas doenças em pessoas e em animais.

Nas crianças, os problemas podem começar na gravidez. Se os níveis de contaminação forem muito elevados, podem haver abortamentos ou o diagnóstico de paralisia cerebral, deformidades e malformação congênita.

Além disso, as crianças mais novas podem desenvolver limitações na fala e na mobilidade. Na maioria das vezes, as lesões são irreversíveis, provocando impactos na vida adulta, conforme a pesquisa

Um estudo realizado pela Fundação Oswaldo Cruz, divulgado em 2020, revelou alterações neurológicas e psicológicas em adultos e atrasos no desenvolvimento de crianças associados ao consumo de peixes contaminados por mercúrio. A pesquisa foi realizada com indígenas do Povo Munduruku que vivem na região do Médio Tapajós, no Pará.

Outro trabalho, conduzido pela Fundação Oswaldo Cruz ([Fiocruz](#)) entre os dias 4 e 14 de outubro de 2022, analisou quase 300 indígenas na região do Alto Rio Mucajaí, nas aldeias Caju, Castanha, Ilha, Ilihimakok, Lasasi, Milikowaxi, Porapi, Pewaú e Uxiú. O resultado mostra

que todos os homens, mulheres, crianças, adultos e idosos, apresentaram algum nível de contaminação por mercúrio, metal utilizado por [garimpeiros na extração de ouro](#).

Além dos indígenas, os pesquisadores analisaram 47 exemplares de peixes, de 14 espécies diferentes. Todas as amostras também apresentaram contaminação por mercúrio. De acordo com o relatório, a análise do risco atribuível ao consumo de pescado revelou que a ingestão diária de mercúrio excede em três vezes a dose de referência preconizada pela Environmental Protection Agency U.S. EPA (sigla em inglês para Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos).

Atualmente, as opções de tratamento para aqueles expostos ao MeHg não são prevalentes. A prevenção da exposição tem sido o principal avanço nas últimas décadas, por meio do estabelecimento de avisos governamentais para informar e proteger suas respectivas populações.

Uma pesquisa realizada pelo Departamento de Neurologia e Neurocirurgia da UNIFESP, evidencia: “Dejetos ricos em compostos de mercúrio, como os encontrados em desastres ambientais como o de Mariana (MG), 2015, ao atingirem os rios acabam por se acumular em peixes e outros animais desse ecossistema. Dessa forma, populações ribeirinhas, que têm na pesca sua principal fonte de alimentação, acabam mais expostas a esses metais”, explica Leandro F. Oliveira, pesquisador do Departamento de Neurologia e Neurocirurgia da Unifesp. (Fonte: <https://www.unifesp.br/campus/osa2/noticias-anteriores/item/4287-pesquisa-da-unifesp-revela-impacto-da-exposicao-ao-mercurio-na-memoria-de-longa-duracao>)

### **Mercúrio no cérebro**

Os efeitos do mercúrio no cérebro podem variar dependendo da quantidade de exposição e do tipo de mercúrio envolvido. O mercúrio metálico, por exemplo, pode ser mais facilmente absorvido pelo organismo e, portanto, representar um risco maior para o cérebro do que outros compostos de mercúrio, como o metilmercúrio encontrado em peixes contaminados. O mercúrio é absorvido e acumulado gradativamente no organismo humano, e mesmo em baixas concentrações, representa uma grande ameaça à saúde humana, com grande impacto nas populações cuja dieta tem peixes como consumo principal. ( <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/por-que-o-mercurio-ainda-e-uma-ameaca-saude-humana-e-planetaria>)

**Os sintomas da exposição ao mercúrio no cérebro podem incluir :**

Distúrbios de memória e da concentração,

Funções cognitivas, levando a dificuldades de memória, concentração e aprendizado.

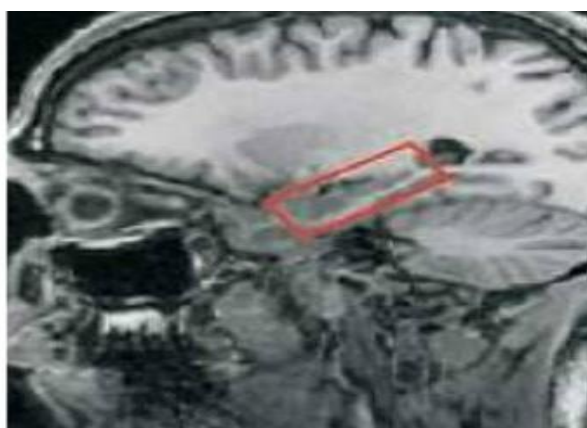
Mudanças de humor, irritabilidade, ansiedade, depressão e outros problemas de saúde mental

Distúrbios motores: Em casos graves de intoxicação por mercúrio, podem ocorrer distúrbios motores, como tremores, fraqueza muscular e dificuldades de coordenação. ( 926 Archives of Health, Curitiba, v.4, n.3, p.909-928, 2023. ISSN 2675-4711 )

Um estudo de caso de autópsias em uma família exposta a níveis elevados de MeHg revelou que a exposição ao MeHg leva ao acúmulo de Hg inorgânico no cérebro. Além disso, observou-se atrofia do cerebelo e do lobo occipital em pacientes que apresentaram problemas motores e de visão.

Também foi observada uma distribuição diferencial do conteúdo de Hg, sendo as maiores quantidades encontradas no lobo occipital, cerebelo e gânglios basais, áreas importantes para a visão e o movimento, o hipocampo e o córtex cerebral, centros importantes para a memória e o pensamento. O mercúrio, tem uma afinidade pelo hipocampo, interferindo na formação e recuperação de memórias e contribuindo para déficits cognitivos significativos. (Figura 14 )

( [Latin American Publicações https://ojs.latinamericanpublicacoes.com.br > articleacesso em 20/072023](https://ojs.latinamericanpublicacoes.com.br/articleacesso-em-20/072023) ).



**Figura 14 (a) Distribuição da Incidência de Doenças Neurológicas pela contaminação de mercúrio (b) anatomia do Hipocampo** Fonte: WWF- Observatório do Mercúrio No estudo de caso do Garimpo do Eldorado do Juma

Em outra pesquisa descreve o caso de contaminação nas águas da cidade de Campina Grande – PB O Açude Velho é um corpo hídrico localizado no centro da cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba, e foi uma fonte de abastecimento de água para Campina

Grande e região. Hodiernamente, não raras são as vezes que banhistas e pescadores sofrem com diarreia, náuseas e dores de cabeça, causados pela contaminação. Dados do IFPB, 2021, mais de 2000 usuários, se servem da água contaminada para consumo, dado que muitos são moradores de rua ou indivíduos em situação de pobreza extrema. Esses metais podem se acumular ao longo das cadeias alimentares, representando um risco crescente para os consumidores finais, como os pescadores do Açude Velho, que são os últimos a se alimentarem nessa complexa relação entre seres vivos. ( 927 Archives of Health, Curitiba, v.4, n.3, p.909-928, 2023. ISSN 2675-4711)

A pesquisa realizada por (MACHADO et al., 2005) identificou elevados níveis de chumbo e cobre nas águas do açude Epitácio Pessoa, em relação aos padrões estabelecidos pelo CONAMA. Além dos problemas como resíduos sólidos flutuantes, mau cheiro e assoreamento observados no açude, a pesquisa foi motivada pela dispersão constante de águas poluídas sem controle visível.

Atualmente, as opções de tratamento para aqueles expostos ao MeHg não são prevalentes. A prevenção da exposição tem sido o principal avanço nas últimas décadas, por meio do estabelecimento de avisos governamentais para informar e proteger suas respectivas populações. Limitações na compreensão completa do efeito do MeHg no SNC incluem a natureza benéfica confusa da ingestão de frutos do mar, por meio da qual o MeHg geralmente entra no corpo humano. (Chen et al. 2016)

**ALUMINIO** O alumínio (Al) é um metal amplamente utilizado em diversas indústrias, mas sua exposição e acúmulo no organismo têm sido associados a efeitos neurotóxicos e problemas na saúde mental. A exposição ao alumínio pode ocorrer através de várias fontes, como alimentos, água potável, produtos de higiene pessoal, utensílios de cozinha, medicamentos (como antiácidos) e vacinas, que podem conter compostos de alumínio. ( **KREWSKI, D.; YOKEL, R. A.; NIEBOER, E.; BORCHELT, D.; BONDY, S. C.; CHOUINARD, G.; CLAUS HENN, B.; CRICHTON, R. R.; DUPRAT, G.; HUNTER, M. et al.** Human health risk assessment for aluminum, aluminum oxide, and aluminum hydroxide. *Journal of Toxicology*)

## **FONTES**

**Alimentos:** especialmente em produtos processados, como alimentos embalados e enlatados, devido ao uso de embalagens de alumínio.

**Água potável:** em algumas regiões, o alumínio é utilizado no tratamento de água como coagulante, e pequenas quantidades podem ser ingeridas.

**Utensílios de cozinha:** panelas, frigideiras e recipientes feitos de alumínio, especialmente quando usados para cozinhar alimentos ácidos, podem liberar pequenas quantidades de alumínio nos alimentos.

**Produtos de higiene pessoal:** desodorantes antitranspirantes frequentemente contêm compostos de alumínio.

**Medicamentos e vacinas:** certos medicamentos, como antiácidos e vacinas, usam sais de alumínio como aditivos ou adjuvantes.

#### **Efeitos no Cérebro e Saúde Mental:**

A neurotoxicidade do alumínio tem sido objeto de muitos estudos, com evidências sugerindo que ele pode se acumular no cérebro, principalmente no hipocampo, córtex e outras áreas relacionadas à memória e cognição. O alumínio interfere com processos celulares, promovendo o estresse oxidativo e causando danos ao DNA, proteínas e lipídios.

**Doenças neurodegenerativas:** O alumínio tem sido relacionado ao desenvolvimento de doenças como o Alzheimer. Pesquisas indicam que o acúmulo de alumínio no cérebro pode contribuir para a formação de placas senis (beta-amiloide) e emaranhados neurofibrilares, marcas registradas da doença de Alzheimer. (**EXLEY, C.** Aluminum and Alzheimer's disease: The science that describes the link. *Elsevier Science*, v. 38, n. 4, p. 775-780, 2017. DOI: 10.1016/j.envint.2017.05.003.)

**Função cognitiva:** A exposição crônica ao alumínio pode resultar em déficits de memória, diminuição da capacidade de aprendizado e confusão mental. Estudos indicam que o alumínio pode interferir na sinalização sináptica e na plasticidade neuronal, essenciais para o funcionamento cognitivo saudável.

#### **Efeitos psiquiátricos:**

Além dos efeitos sobre a cognição, o alumínio tem sido associado a alterações de humor, ansiedade e depressão, possivelmente devido à sua ação neuroinflamatória e ao estresse oxidativo que causa no cérebro. (**MCDERMOTT, J. R.** The role of aluminum in neurodegenerative diseases. *Molecular Medicine Today*, v. 3, n. 12, p. 449-451, 1997.) (**PERL, D. P.; GOOD, P. F.** Uptake of aluminum into central nervous system along nasal-olfactory pathways. *The Lancet*, v. 345, n. 8942, p. 985-987, 1995. DOI: 10.1016/S0140-6736(95)90773-2.)

#### **Mecanismos Biológicos:**

O alumínio não tem função biológica essencial, e sua presença no organismo pode ser tóxica. Ele interfere na homeostase do cálcio, ferro e magnésio nas células nervosas, afetando processos celulares críticos. A principal via de toxicidade envolve a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), levando ao estresse oxidativo, inflamação crônica e disfunção mitocondrial, todos esses processos sendo prejudiciais à saúde neuronal( **KHALIL, A. M.; MONIRA, N. M.** Neurotoxicity of aluminum exposure and its mechanism: Updates. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 78, p. 103397, 2020. DOI: 10.1016/j.etap.2020.103397.)

#### 11.4 Cádmi

O cádmio (Cd) é um metal pesado tóxico que tem sido associado a diversos efeitos negativos sobre o sistema nervoso central (SNC), tanto em humanos quanto em modelos animais. A exposição ao cádmio pode ocorrer por meio de várias fontes, incluindo alimentos contaminados, água poluída, tabaco e inalação de partículas industriais. As principais fontes de contaminação estão em atividades industriais como a fundição de metais, a fabricação de baterias, fertilizantes fosfatados e a queima de combustíveis fósseis.


#### Efeitos Neurológicos e Mentais

1. **Neurotoxicidade:** O cádmio tem uma alta afinidade por tecidos ricos em lipídios, como o cérebro, o que facilita sua acumulação no sistema nervoso central. Uma vez acumulado, o cádmio pode induzir estresse oxidativo, gerar espécies reativas de oxigênio (ROS) e interferir nos mecanismos de defesa antioxidantes. Esses processos podem resultar em danos celulares, inflamação neuronal e apoptose (morte celular programada). (**ATSDR (2020)**: A Agência para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (ATSDR))
2. **Déficits Cognitivos e Comportamentais:** Estudos em humanos e animais mostram que a exposição crônica ao cádmio pode resultar em déficits cognitivos, incluindo diminuição da capacidade de aprendizagem e memória. Em crianças, a exposição ao cádmio tem sido associada a um menor desempenho escolar, problemas de atenção e desenvolvimento deficiente cognitivo.( **Ferguson et al. (2021)**)
3. **Distúrbios Psiquiátricos:** A exposição prolongada ao cádmio pode estar associada a um aumento do risco de transtornos psiquiátricos, como depressão e ansiedade. Esses distúrbios podem estar relacionados à inflamação crônica no cérebro e à disfunção dos neurotransmissores dopaminérgicos e serotoninérgicos, sistemas críticos para a regulação do humor.( **Patrick L. (2003)**)

4. **Doenças Neurodegenerativas:** Pesquisas sugerem que o cádmio pode desempenhar um papel no desenvolvimento de doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer e Parkinson. Isso ocorre principalmente devido à sua capacidade de gerar estresse oxidativo e alterar a homeostase de íons metálicos no cérebro, exacerbando o acúmulo de proteínas malformadas e a morte neuronal. ( **Wang & Du (2013)**):

## ANEXO 3

Aplicativo do governo americano, Clearya, relaciona produtos de beleza, protetores solares considerados Disruptores endócrino com o símbolo : Símbolo utilizado


 Endocrine disruptor (hormone disruptor).




Principais Legendas das substâncias citadas no trabalho

1-Disruptor endócrino – símbolo: Grupo Químico Carbono


2- Figura caraqueijo- substância cancerígena

 Recognized as carcinogen (applies if the refining history is not fully known or it can't be shown that the substance from which it is produced is not a carcinogen.\*).

[\\*Learn More](#) [Source](#)

 Presumed human carcinogen. May not apply if the full refining history is known and it can be shown that the substance from which it is produced is not a carcinogen\*.


[\\*Learn More](#) [Source](#)

 Prohibited in cosmetic products in the European Union (presumed human carcinogen), if the refining history is not fully known or it can't be shown that the substance from which it is produced is not a carcinogen\*.


[\\*Learn More](#) [Source](#)

 Endocrine disruptor (hormone disruptor).


[Learn More](#) [Source](#)

 Endocrine disruptor (hormone disruptor). Estrogenic and thyroid activity, affecting several body functions including development, brain and metabolism.

[Learn More](#) [Source](#)

 The U.S. FDA determines there is currently insufficient data to define this ingredient as safe and effective in sunscreen products\*.

[\\*Learn More](#) [Source](#)

 Restricted in cosmetics in Japan. Specific conditions of use apply\*.

[\\*Learn More](#) [Source](#)



#### ⚠️ Banned or toxic

Oxybenzone ▼

#### ⚠️ Potentially toxic

Ingredients suspected as toxic, or alerts that apply under certain conditions. Read the details to learn more.

Polyaminopropyl biguanide ▼

BHT ▼

Avobenzon ▼

Homosalate ▼

Octisalate ▼

Octocrylene ▼

PEG-100 stearate ▼

Trideceth-6 ▼



#### ⚠️ Banned or toxic

Butane ▼

Isobutane ▼

#### ⚠️ Potentially toxic

Ingredients suspected as toxic, or alerts that apply under certain conditions. Read the details to learn more.

BHT ▼

Cyclopentasiloxane ▼

#### ⚠️ Potential allergens

The following ingredients may or may not cause an allergic reaction, depending on your individual sensitivity.

Benzyl alcohol ▼

Citronellol ▼

Coumarin ▼


Hexyl cinnamal ▼

Limonene ▼

### ⚠️ Potentially toxic


Ingredients suspected as toxic, or alerts that apply under certain conditions. Read the details to learn more.

BHT 

 Potential endocrine disruptor (hormone disruptor)\*.


[\\*Learn More](#) [Source](#)

This ingredient is a synonym of a substance that is alerted:

 Endocrine disruptor (hormone disruptor)\*.


[\\*Learn More](#) [Source](#)

Cyclopentasiloxane  

 According to the EU Scientific Committee on Consumer Safety: considered unsafe for use in hair styling aerosols and sun care spray products. In addition, this ingredient may contain traces of Cyclotetrasiloxane (D4), which is classified in the EU as toxic to reproduction, and a hormone disruptor.

[Learn More](#) [Source](#)

This ingredient is a synonym of a substance that is alerted:

 The substance is very persistent in the environment, very accumulative in living organisms, and toxic (PBT and vPvB)\*.

[\\*Learn More](#) [Source](#)





### ⚠️ Banned or toxic

Isobutane   


### ⚠️ Potentially toxic

Ingredients suspected as toxic, or alerts that apply under certain conditions. Read the details to learn more.

Avobenzene 

Homosalate 

Octisalate 


Octocrylene 

### ⚠️ Generic ingredients

The ingredient list includes the following general term, which does not disclose the actual ingredients used.

Fragrance 



 Learn how to choose safe sunscreen products: [Our Blog](#)



#### ⚠️ Potentially toxic

Ingredients suspected as toxic, or alerts that apply under certain conditions. Read the details to learn more.

AVOBENZONE	📄	▼
HOMOSALATE	📄	▼
OCTISALATE	📄	▼
OCTOCRYLENE	📄	▼
PEG-100 STEARATE	🧪	▼
PEG-8 LAURATE	🧪	▼

#### ⚠️ Allowed with restrictions

The use of these ingredients may be subject to certain regulatory restrictions. Read the details to learn more.

PHENOXYETHANOL	📄	▼
TRIETHANOLAMINE	📄	▼

💡 Learn how to choose safe sunscreen products: [Our Blog](#)

#### ⚠️ Potentially toxic

Ingredients suspected as toxic, or alerts that apply under certain conditions. Read the details to learn more.

Petrolatum	🧪	▼
Peg-30 Stearate	🧪	▼

#### ⚠️ Potential allergens

The following ingredient may or may not cause an allergic reaction, depending on your individual sensitivity.

Benzyl Alcohol	🧤	▼
----------------	---	---

#### ⚠️ Allowed with restrictions

The use of these ingredients may be subject to certain regulatory restrictions. Read the details to learn more.

Phenoxyethanol	📄	▼
Sodium Hydroxide	📄	▼






### ⚠️ Potentially toxic

Ingredients suspected as toxic, or alerts that apply under certain conditions. Read the details to learn more.

PETROLATUM  ▼

CETEARETH-20  ▼

### ⚠️ Allowed with restrictions

The use of this ingredient may be subject to certain regulatory restrictions. Read the details to learn more

PHENOXYETHANOL  ▼

### ⚠️ Potentially toxic

Ingredients suspected as toxic, or alerts that apply under certain conditions. Read the details to learn more.

Avobenzone  ▼

Homosalate  ▼


Octisalate  ▼

Octocrylene  ▼

### ⚠️ Allowed with restrictions

The use of this ingredient may be subject to certain regulatory restrictions. Read the details to learn more.

Phenoxyethanol  ▼

 Learn how to choose safe sunscreen products: [Our Blog](#)

