

Plano Nacional de Implementação do Brasil para a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes

Atualização/2023





REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente
Luiz Inácio Lula da Silva

VICE-PRESIDENTE

Geraldo Alckmin

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA

Ministra
Marina Silva

SECRETARIA EXECUTIVA

Secretário-Executivo
João Paulo Capobianco

SECRETARIA NACIONAL DE AMBIENTE URBANO E QUALIDADE AMBIENTAL

Secretário
Adalberto Felício Maluf Filho

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL

Diretora
Thaianne Resende Henriques Fábio

COORDENAÇÃO GERAL

Thaianne Resende Henriques Fábio

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Camila Arruda Boechat

EQUIPE TÉCNICA MMA

Anisia Batista Oliveira de Abreu
Pollyane Rezende
Winston Durães

ESTAGIÁRIAS

Ester de Araújo Freire
Júlia Enéias Oliveira

AUTOR/CONSULTOR

Yago Guida

AGÊNCIA IMPLEMENTADORA E APOIO FINANCEIRO

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)
Global Environment Fund (GEF)

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Henrique Peirano

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA
SECRETARIA NACIONAL DE AMBIENTE URBANO E QUALIDADE AMBIENTAL

PLANO NACIONAL DE IMPLEMENTAÇÃO DO
BRASIL PARA A CONVENÇÃO DE ESTOCOLMO
SOBRE POLUENTES ORGÂNICOS PERSISTENTES

Atualização/2023

Brasília, DF

MMA

2023

© 2023 Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – MMA
Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citados a fonte do Ministério do Meio Ambiente ou sítio da Internet no qual pode ser encontrado o original em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes-mma>

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

O presente Plano Nacional de Implementação do Brasil para a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes foi desenvolvido com base na revisão e atualização dos inventários dos POPs desenvolvidos até 2015 e nos novos inventários desenvolvidos para os POPs listados entre 2015 e 2019.

AUTORES/CONSULTORES:

Yago Guida

Fábio Barbosa Machado Torres

Raquel Capella Gaspar Nepomuceno

Cláudio Eduardo de Azevedo e Silva

Gabriel Oliveira de Carvalho

Adan Santos Lino

Cláudio Ernesto Taveira Parente

Rodrigo Ornellas Meire

João Paulo Machado Torres

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

B823p Brasil. Ministério do Meio Ambiente e da Mudança do Clima.
Plano Nacional de Implementação do Brasil para a Convenção de Estocolmo sobre
Poluentes Orgânicos Persistentes [recurso eletrônico]. – Brasília, DF : MMA, 2023.
249 p. : il. ; color.

Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-65-88265-39-0 (on-line)

1. Convenção de Estocolmo. 2. Produtos químicos. 3. Poluentes orgânicos
persistentes (POPs). 4. Gestão de resíduos. I. Título.

CDU (2.ed.) 504.5

Prefácio

A Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) compromete os governos a reduzir e, quando possível, eliminar a produção e as emissões ambientais de POPs. A Convenção entrou em vigor em 17 de maio de 2004.

O Brasil ratificou a Convenção de Estocolmo em 2004 por meio do Decreto Legislativo nº 204 de 16 de junho de 2004 e promulgou a Convenção por meio do Decreto Executivo nº 5.472 de 20 de junho de 2005. O Artigo 7º da Convenção de Estocolmo estabelece que as Partes devem desenvolver e divulgar um Plano Nacional de Implementação (NIP) estabelecendo as estratégias e medidas planejadas para cumprir os compromissos de seus países.

O primeiro NIP do Brasil foi submetido à Conferência das Partes em 2015. Além dos 12 POPs iniciais, o Plano abordou os 11 POPs incluídos até a 6ª Conferência das Partes, em 2013.

Após isso, sete substâncias químicas adicionais e compostos relacionados foram listados como POPs nos Anexos da Convenção de Estocolmo. Como consequência, tornou-se necessário revisar e atualizar o NIP-Brasil-2015, um dos compromissos do Estado Brasileiro com a Convenção.

O Plano Nacional de Implementação que agora apresentamos ao país é um guia para a iniciativa pública e privada para a redução e eliminação de POPs. Este documento atualiza o NIP-Brasil-2015 como resultado do Projeto PNUMA/GEF "Revisão e Atualização do NIP para a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) no Brasil". O novo NIP incorpora um compromisso internacional ao mesmo tempo em que representa uma ferramenta essencial para o país mobilizar recursos para eliminar os POPs.

O Brasil reconhece que o NIP necessita ser revisado e atualizado de tempos em tempos, de acordo com mudanças relevantes nas prioridades nacionais e mudanças no status de um POP ou listagem de novas substâncias químicas. Além disso, os processos de aprendizagem durante cada revisão e atualização dos NIPs são plenamente reconhecidos como uma ferramenta extremamente valiosa para melhorar a capacidade nacional de lidar com os POPs ao longo do tempo.

Agradecimentos

O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) do Brasil, em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), e financiamento do Fundo para o Meio Ambiente Mundial (GEF) agradece, em nome do Projeto PNUMA/GEF "Revisão e Atualização do NIP para a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) no Brasil", pela participação e contribuição ativa de todos os órgãos e instituições que forneceram informações que orientaram o processo de atualização do NIP sobre POPs no Brasil; da equipe de consultores envolvida no desenvolvimento e atualização dos dez (10) inventários de POPs usados para a atualização do NIP; e do consultor responsável pela atualização do NIP.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	27
1.1. Convenção de Estocolmo	27
1.2. Disposições da Convenção de Estocolmo	29
1.3. Implementação da Convenção de Estocolmo no Brasil	32
1.4. Objetivos da revisão e atualização do NIP	33
1.5. Metodologia de revisão e atualização do NIP	34
1.5.1. Equipe de consultores	36
1.5.2. Levantamento de dados com as partes interessadas	36
1.5.3. Avaliação de dados de comércio exterior	37
1.5.4. Revisão da literatura	37
1.5.5. Revisão e desenvolvimento de inventários de POPs	38
1.5.6. Revisão e atualização do NIP de acordo com as prioridades nacionais	39
1.6. Estrutura do NIP	39
1.7. Outras considerações relevantes	40
1.7.1. Considerações socioeconômicas	40
1.7.2. Considerações sobre gênero	43
2. PERFIL DO PAÍS	48
2.1. Resumo do perfil do país	48
2.1.1. População	49
2.1.2. Meio Ambiente brasileiro	51
2.1.3. Sistema de saúde	55
2.1.4. Economia brasileira	55
2.1.5. Agricultura e Pecuária	58
2.1.6. Produção industrial	61
2.1.7. Indústria química	63
2.1.8. Matriz energética	63
2.1.9. Cooperação regional	65
2.2. Estruturas institucionais, políticas e regulatórias	66
2.2.1. Estruturas institucionais e regulatórias ambientais	66
2.2.2. Política e legislação ambiental	71
2.2.3. Acordos e Tratados Ambientais Internacionais	74

2.3. Avaliação de POPs no Brasil	77
2.3.1. Avaliação de POPs agrotóxicos (Anexo A, Parte I)	77
2.3.1.1. Avaliação de Pentaclorofenol - PCP (Anexo A)	78
2.3.1.2. Avaliação do Dicofol (Anexo A)	83
2.3.2. Avaliação de Bifenilas Policloradas - PCBs (Anexo A, Parte II)	89
2.3.3. Avaliação dos POP-PBDE (anexo A), HBB (anexo A, parte I) e HBCD (anexo A, parte I e parte VII)	91
2.3.3.1. PBDEs na Convenção de Estocolmo (c-pentaBDE e c-octaBDE)	91
2.3.3.2. DecaBDE na Convenção de Estocolmo	107
2.3.3.3. Hexabromociclododecano - HBCD na Convenção de Estocolmo	121
2.3.4. Avaliação do Hexaclorobutadieno - HCBd (Anexos A e C)	126
2.3.5. Avaliação dos Naftalenos Policlorados - PCNs (Anexos A e C)	129
2.3.6. Avaliação de Parafinas Cloradas de Cadeia Curta - SCCPs (Anexo A)	132
2.3.7. Avaliação do Ácido Perfluorooctanóico - PFOA, seus sais e compostos relacionados (Anexo A)	137
2.3.8. Avaliação de DDT (Anexo B, Parte II)	140
2.3.9. Avaliação de PFOS, seus sais e PFOSF (Anexo B)	140
2.3.10. Avaliação de emissões de POPs produzidos não intencionalmente - uPOPs (Anexo C)	148
2.3.11. Informações sobre o estado do conhecimento sobre estoques, locais contaminados e resíduos	149
2.3.12. Resumo da produção, uso e emissões futuras de POPs	150
2.3.13. Programas existentes para monitorar emissões e impactos ambientais e na saúde humana	150
2.3.14. Nível atual de informação, conscientização e educação entre os grupos-alvo: sistemas de comunicação existentes	152
2.3.15. Mecanismo para informar, nos termos do Artigo 15, sobre as medidas tomadas para implementar as disposições da Convenção e para o intercâmbio de informações com outras Partes da Convenção	156
2.3.16. Atividades relevantes de partes interessadas não governamentais	157
2.3.17. Visão geral da infraestrutura técnica para avaliação, medição, análise, alternativas e medidas de prevenção de POP, pesquisa e desenvolvimento - ligação a programas e projetos internacionais	157
2.3.18. Panorama da infraestrutura técnica para gerenciamento e destruição de POPs	158

2.3.19. Identificação de populações ou ambientes impactados, escala e magnitude estimadas de ameaças à saúde pública e qualidade ambiental e implicações sociais para trabalhadores e comunidades locais	161
2.3.20. Detalhes de qualquer sistema relevante para a avaliação e listagem de novos produtos químicos	162
2.3.21. Detalhes de qualquer sistema relevante para a avaliação e regulamentação de produtos químicos já no mercado	164
2.4. Status de implementação de NIP anterior	165
2.4.1. Situação atual das medidas para fortalecer a capacidade institucional nacional e o marco legal para a gestão dos POPs	166
2.4.2. Situação atual do plano de ação para gestão de resíduos e estoques de agrotóxicos POPs	170
2.4.3. Situação atual do plano de ação para gerenciamento de PCBs	172
2.4.4. Situação atual do plano de ação para novos POPs	176
2.4.5. Situação atual do plano de ação para o gerenciamento adequado de áreas contaminadas com POPs	184
2.4.6. Situação atual do plano de ação para a redução progressiva das liberações de uPOPs	185
2.4.7. Situação atual das medidas para divulgar informações, sensibilizar e educar o público	189
2.4.8. Situação atual das medidas para melhorar a capacidade analítica nacional, monitoramento de POPs, pesquisa, desenvolvimento e inovação	190
3. PLANOS DE ESTRATÉGIA E AÇÃO	194
3.1. Declaração de política	194
3.2. Estratégia de implementação	195
3.3 Planos de Ação, incluindo as respectivas atividades e estratégias	200
3.3.1 Atividade: Medidas de fortalecimento institucional e regulatório	201
3.3.2. Atividade: Medidas para reduzir ou eliminar as emissões a partir da produção e uso intencionais de POPs	204
3.3.3 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estocagem e resíduos de agrotóxicos do Anexo A POPs (Anexo A, Parte I de produtos químicos)	205
3.3.4 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, identificação, rotulagem, remoção, armazenamento e descarte de PCBs e equipamentos contendo PCBs (Anexo A, Parte II produtos químicos)	207

3.3.5 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estocagem e resíduos de hexaBDE e heptaBDE (Anexo A, Parte IV produtos químicos) e tetraBDE e pentaBDE (Anexo A, Parte V produtos químicos) e decaBDE (Anexo A, Parte I e Parte IX) (e HBB, onde aplicável (Anexo A, Parte I produtos químicos) _____	208
3.3.6 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de HBCD (Anexo A, Parte I) _____	210
3.3.7 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos da HCBd (Anexo A, Parte I e Anexo C) _____	211
3.3.8 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de PCNs (Anexo A, Parte I e Anexo C) _____	213
3.3.9 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de SCCPs (Anexo A, Parte I) _____	214
3.3.10 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de PFOA, seus sais e compostos relacionados com PFOA (Anexo A, Parte I e Parte X) _____	215
3.3.11 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de DDT (Anexo B, Parte II, produtos químicos), se utilizados no país _____	215
3.3.12 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de PFOS, seus sais e PFOSF (Anexo B, Parte III produtos químicos) _____	216
3.4. Propostas e prioridades de desenvolvimento e capacitação _____	217
3.4.1. Engajamento das partes interessadas e coordenação da instituição _____	217
3.4.2. Legislação e programa de monitoramento _____	218
3.4.3. Gestão de resíduos _____	218
3.5. Cronograma para a estratégia de implementação e medidas de sucesso _____	219
3.6. Requisitos de recursos _____	222



FIGURAS

Figura 1: Fluxograma das etapas adotadas durante o desenvolvimento dos inventários atualizados para o NIP do Brasil	35
Figura 2: Esquema com resultados gerais do protocolo seguido para revisão de literatura, considerando os dez POPs avaliados para atualização do NIP	38
Figura 3: Estimativas da população brasileira, por estados federais	50
Figura 4: Delimitação das áreas ocupadas pelos biomas brasileiros	53
Figura 5: Regiões hidrográficas brasileiras com respectivas disponibilidades hídricas superficiais e vazões médias	54
Figura 6: PIB per capita em nível municipal, para o ano de 2018	56
Figura 7: Exportações do setor agropecuário, em valor e quantidade, referentes aos anos de 2020 e 2021	59
Figura 8: Série temporal das exportações do setor agropecuário, em bilhões de dólares	60
Figura 9: Expoentes da produção agropecuária brasileira, segundo dados do Censo Agropecuário 2017	61
Figura 10: Os dez principais setores da indústria brasileira em 2020	62
Figura 11: Matriz Energética do Brasil (2018)	64
Figura 12: Matriz Elétrica do Brasil (2018)	64
Figura 13: Estrutura institucional do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA)	67



TABELAS

Tabela 1: Compostos químicos listados como POPs na Convenção de Estocolmo até a 9ª COP, em 2019	28
Tabela 2: Informações gerais resumidas sobre o Brasil	48
Tabela 3: Evolução Temporal do IDH no Brasil, em nível federal	51
Tabela 4: Extensão absoluta e relativa dos biomas brasileiros	51
Tabela 5: PIB brasileiro para o ano de 2020, por setores, em milhões de reais (R\$)	57
Tabela 6: Evolução temporal da participação das regiões geográficas brasileiras no PIB nacional	58
Tabela 7: Matrizes energéticas brasileiras e respectivas potências (kW)	65
Tabela 8: Funções e responsabilidades das instituições federais que lidam com POPs. Adaptado de MMA, 2015	68
Tabela 9: Balanço comercial (importação e exportação em quilograma líquido) de produtos registrados sob os códigos NCMs: 29081016 - pentaclorofenol e seus sais; 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; e 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2019	82
Tabela 10: Presença esperada de PBDEs em categorias de equipamentos eletroeletrônicos. Adaptado de UNEP (2021)	97
Tabela 11: Importação de equipamentos eletroeletrônicos	98
Tabela 12: Quantidade de equipamentos eletroeletrônicos estocados ou em uso e estimativa de c-octaBDE	101
Tabela 13: Quantidade de c-octaBDE em REEE	103
Tabela 14: Estimativa de veículos no país	105
Tabela 15: Quantidade de equipamentos eletroeletrônicos armazenados ou em uso e c-decaBDE estimado	117
Tabela 16: Quantidade de c-decaBDE e REEE	118
Tabela 17: Síntese dos objetivos e atividades, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e situação atual das medidas para fortalecer e ampliar o marco legal e a capacidade institucional nacional de gestão de POPs	168
Tabela 18: Síntese dos objetivos e atividades específicas, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual do plano de ação para gestão de resíduos e estoques de agrotóxicos POPs	171
Tabela 19: Resumo dos objetivos e atividades específicos, instituições responsáveis, prazo definido para a execução de cada atividade e a situação atual do plano de ação para gestão de PCBs	175

Tabela 20: Resumo dos objetivos e atividades específicas, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual do plano de ação para novos POPs de uso industrial _____	181
Tabela 21: Resumo dos objetivos e atividades específicos, instituições responsáveis, prazo definido para a execução de cada atividade e a situação atual do plano de ação para gestão de locais contaminados com POPs _____	185
Tabela 22: Resumo dos objetivos e atividades específicos, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual do plano de ação para a redução progressiva das liberações de uPOP _____	187
Tabela 23: Síntese dos objetivos e atividades específicas, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual das medidas de divulgação de informação, sensibilização e educação do público _____	189
Tabela 24: Resumo dos objetivos e atividades, instituições responsáveis, prazo para a implementação de cada atividade e situação atual das medidas de melhoria da capacidade analítica nacional, acompanhamento dos POPs, investigação, desenvolvimento e inovação _____	191



QUADROS

Quadro 1: Plano de Ação para o fortalecimento institucional e regulatório (continua)	201
Quadro 2: Plano de Ação para o PCP	205
Quadro 3: Plano de Ação para o Dicofol	206
Quadro 4: Plano de Ação para Agrotóxicos POPs Obsoletos	206
Quadro 5: Plano de Ação para a gestão adequada de PCBs	207
Quadro 6: Plano de Ação para PBDEs	208
Quadro 7: Plano de Ação para os decaBDE	209
Quadro 8: Plano de Ação para o HBCD	210
Quadro 9: Plano de Ação para o HBCD (continua)	211
Quadro 10: Plano de Ação para PCNs	213
Quadro 11: Plano de Ação para SCCPs	214
Quadro 12: Plano de Ação para PFOA, seus sais e compostos	215
Quadro 13: Plano de Ação para PFOS, seus sais e PFOSF	216
Quadro 14: Calendário resumido dos Planos de Ação (continua)	219

LISTA DE ABREVIações

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria do Plástico
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ACPO	Associação de Combate aos Poluentes
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Brasil
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APROMAC	Associação de Proteção ao Meio Ambiente de Cianorte
ATESQ	Associação dos Trabalhadores Expostos à Substâncias Químicas
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
BAT	Best Available Techniques
BDE	Eter bromodifenil
BEP	Best Environmental Practices
BSEF	Bromine Science and Environmental Forum
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CDT	Ciclododecatrieno
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
CEMA	Conselho de Empresários para o Meio Ambiente
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONASQ	Comissão Nacional de Segurança Química
COP	Conferência das Partes
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
COPEL	Companhia Paranaense de Energia Elétrica
CP	Chlorinated paraffins
CRT	Tubo de Raios Catódicos
CTF	Cadastro Técnico Federal
DDD	Diclorodifenildicloroetano
DDE	Diclorodifeniltricloroetileno
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
decaBDE	Eter decabromodifenilico
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
EaD	Ensino à Distância
EC	Comissão Europeia

EDC	Dicloroetileno
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPS	Poliestireno expandido
EtFOSA	Sulfuramida
EU	União Europeia
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FMI	Fundo Monetário Internacional
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FSP	Full-Sized Project
FUNAI	Fundação Nacional dos Povos Indígenas
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
GEF	Global Environment Facility
GHS	Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos
GMP	Programa de Monitoramento Global
GRULAC	Grupo dos Estados da América Latina e do Caribe
HBB	Hexabromobifenil
HBCD	Hexabromociclododecano
HC	Código Harmonizado
HCB	Hexaclorobenzeno
HCBD	Hexaclorobutadieno
HCH	Hexaclorociclohexano
HS	Sistema Harmonizado
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
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	Agência Internacional de Energia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPAM	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
ISO	Organização Internacional de Normalização
JICA	Agência de cooperação Internacional do Japão
LCCP	Long-chain chlorinated paraffins
LCM	Gerenciamento de ciclo de vida de produto
LTDA	Limitada
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária

MCCP	Medium-chain chlorinated paraffins
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços
MDR	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
ME	Ministério da Economia
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
MIN	Ministério da Integração Nacional
MJSP	Ministério da Justiça e Segurança Pública
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
MME	Ministério de Minas e Energia
MRE	Ministério das Relações Exteriores
MS	Ministério da Saúde
MT	Ministério do Transporte
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MTUR	Ministério do Turismo
NAFTA	Acordo de Livre Comércio da América do Norte
NBM	Nomenclatura Brasileira de Mercadorias
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul
NIP	Plano Nacional de Implementação
OCPs	Agrotóxicos organoclorados
OEMAs	Órgãos Estaduais do Meio Ambiente
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONG	Organização não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PARA	Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
PBDE	Éteres difenilicos polibromados
PCB	Bifenilas policloradas
PCDD	Dioxinas
PCDF	Furanos
PCNs	Naftalenos policlorados
PCP	Pentacloropenol
PeCB	Pentaclorobenzeno
PF	Produto formulado
PFAS	Substâncias per- ou polifluoroalquílicas
PFN	Naftalenos polifluorados
PFOA	Ácido perfluorooctanóico
PFOS	Ácido perfluorooctanosulfônico
PFOSF	Fluoreto de perfluorooctanosulfonil
PIA	População em Idade Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
PIC	Consentimento Prévio Informado da Convenção de Roterdã

PM	Pré-misturas
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
POPs	Poluentes Orgânicos Persistentes
POPRC	Persistent Organic Pollutants Review Committee
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register
PT	Produto Técnico
PTFE	Politetrafluoroetileno
PVC	Cloreto de polivinila
RAPAL	Rede de Ação sobre Agrotóxicos e suas Alternativas na América Latina
REEE	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
RET	Registro Especial Temporário
RETP	Registro de Emissões e Transferência de Poluentes
RoHS	Restriction of Certain Hazardous Substances
SAICM	Strategic Approach to International Chemicals Management
SCCPs	Short Chain Chlorinated Paraffins
CRCE	Centro Regional da Convenção de Estocolmo
SDG	Sustainable Development Goals
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SUS	Sistema Único de Saúde
Toxisphera	Environmental Health Association
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
USEPA	U.S. Environmental Protection Agency
VCM	Monômero de cloreto de vinil
VECAP	Voluntary Emissions Control Action Programme
XPS	Poliestireno extrudado

Sumário Executivo

O Brasil assinou o tratado da Convenção de Estocolmo na data de sua concepção em maio de 2001 e ratificou seu texto em junho de 2004, sendo Parte desse compromisso global. O Estado brasileiro reconhece sua obrigação de: I) desenvolver um Plano Nacional de Implementação (NIP), indicando como atenderá às disposições estabelecidas na Convenção, definindo prioridades e estratégias para implementá-lo; e II) revisar e atualizar periodicamente o NIP, a fim de auxiliar o governo a identificar as medidas necessárias para o controle dos Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) no país — de acordo com o artigo 7º (sétimo) da Convenção de Estocolmo e com o ordenamento jurídico interno brasileiro, estabelecido por meio do Decreto nº. 5472 de 20 de junho de 2005.

O primeiro NIP brasileiro foi transmitido à Conferência das Partes da Convenção de Estocolmo em 2015 (NIP-Brasil-2015). O NIP-Brasil-2015 abrangeu os 23 POPs listados na Convenção de Estocolmo, apresentando os resultados de uma investigação inicial sobre o estado de implementação da Convenção de Estocolmo sobre POPs no Brasil, a ocorrência e usos desses POPs no país, a gestão de seus resíduos e estoques, as áreas contaminadas, bem como a capacidade instalada nacional para análise de POPs. O NIP-Brasil-2015 também identificou as medidas legislativas e administrativas já em andamento para proteger a saúde humana e o meio ambiente dos efeitos dos POPs e apontou as lacunas que precisavam ser preenchidas. Além disso, foi estabelecida uma lista de planos de ação para que o Brasil possa atender às disposições da Convenção de Estocolmo.

Desde 2015, sete substâncias químicas adicionais e compostos relacionados foram listados como POPs na Convenção de Estocolmo durante as 7ª, 8ª e 9ª COPs — Hexaclorobutadieno (HCBd); Pentaclorofenol (PCP); Naftalenos Policlorados (PCNs); Éter Decabromodifenílico (decaBDE); Parafinas Cloradas de Cadeia Curta (SCCPs); Ácido Perfluorooctanóico (PFOA); e Dicofol. Assim, cinco anos após a transmissão do primeiro NIP brasileiro ao Secretariado da Convenção de Estocolmo e considerando a listagem de novos POPs, tornou-se necessário revisar e atualizar o NIP-Brasil-2015, como um dos compromissos do Brasil para com a Convenção de Estocolmo.

A atualização do NIP teve como objetivo:

- 1) Acompanhar o progresso do primeiro NIP;
- 2) Incluir POPs listados após o desenvolvimento do primeiro NIP;
- 3) Identificar e aplicar ações sinérgicas com planos nacionais relacionados;
- 4) Aumentar a conscientização pública e educar o público sobre POPs e tratados internacionais relacionados;
- 5) Contribuir para melhorar a gestão de substâncias químicas no Brasil;
- 6) Conscientizar a população sobre a problemática dos POPs;
- 7) Cumprir as obrigações decorrentes da Convenção de Estocolmo; e
- 8) Reduzir os riscos causados por POPs ao meio ambiente e à saúde humana.

O Brasil tem seguido as disposições da Convenção de Estocolmo, no quesito de apenas produzir e utilizar os POPs para as suas finalidades aceitáveis e exceções específicas, dentro do período em que estas foram concedidas. Dentro do planejamento de medidas para fortalecer e ampliar o marco legal e a capacidade institucional nacional para gerenciar os POPs estão: eliminar liberações de POPs para o meio ambiente a partir da produção e do uso de POPs; reduzir liberações não intencionais de POPs para o meio ambiente; expandir a capacidade de monitoramento e gestão de POPs; estabelecer o gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos POPs e de produtos que contenham POPs.

Embora o Brasil tenha participado de várias rodadas do Plano de Monitoramento Global de POPs da Convenção de Estocolmo, ainda não existe um programa de monitoramento centralizado e que cubra todo o país. Os monitoramentos existentes são geralmente realizados por meio de estudos conduzidos por universidades públicas, dentro de seus programas de pós-graduação e financiados pelo Governo Federal por meio de suas agências de fomento ao ensino e à pesquisa. Outros monitoramentos são realizados por instituições governamentais, como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Entretanto, o Brasil está se esforçando para construir um programa nacional de biomonitoramento humano para avaliar a exposição da população nacional a produtos químicos perigosos, incluindo POPs. Este programa está sendo desenvolvido pelo Ministério da Saúde.

O Brasil tem se empenhado em expandir o nível de informação e participação da população a respeito da Convenção de Estocolmo e dos POPs listados, assim como tem feito para melhorar e expandir seu número de profissionais capacitados em relação ao tema. Tais atividades vêm sendo realizadas tanto pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), quanto pela CETESB enquanto Centro Regional da Convenção para assistência técnica e transferência de tecnologia.

A atualização do NIP brasileiro focou na revisão dos inventários das substâncias químicas de origem industriais (HBCD, PBDE e PFOS e PFOSF) tidas como prioritárias e no desenvolvimento de novos inventários para os compostos listados após 2015 (decaBDE, dicofol, HCB, PCNs, PCP, PFOA, SCCPs). Contudo, todos os demais POPs foram devidamente abordados no NIP atualizado.

Os **POP-agrotóxicos** listados antes de 2015 foram amplamente abordados no NIP-2015. O acompanhamento de seus planos de ação destaca que não foram encontrados estoques remanescentes no Brasil, dessa forma esses compostos não são mais uma questão prioritária para a implementação da Convenção no país.

Em 2015, a Convenção de Estocolmo decidiu pela inclusão do Pentaclorofenol - **PCP**, seus sais e ésteres com exceções específicas. No Brasil, o PCP e seus produtos relacionados foram utilizados como agrotóxicos, para uso agrícola, doméstico e industrial (como preservativo de madeiras). Contudo, devido ao potencial tóxico desses compostos, a aplicação do PCP como agrotóxico foi proibida no Brasil em 1985. Em 1998, o Brasil proibiu o uso de PCP em campanhas de saúde públicas e em aplicações domésticas. O último uso permitido de PCP, como preservativo de madeira, teve fim em 2006. Embora não haja registro atual de produção de PCP no Brasil e as poucas instituições que responderam aos questionários enviados tenham se limitado a informar que já substituíram o Na-PCP como ingrediente ativo em seus produtos preservativos de madeira sem fornecer nenhum histórico de produção, dois relatos foram recebidos sobre áreas potencialmente contaminadas com PCP no estado de São Paulo. Por essa razão, o principal plano de ação para o controle de PCP será monitorar áreas potencialmente contaminadas para avaliar se outras medidas se fazem necessárias.

O **Dicofol** é um agrotóxico usado principalmente como acaricida. No Brasil, o dicofol foi usado como acaricida para culturas de algodão, cítricos e maçã. Devido às suas

propriedades tóxicas, persistentes, bioacumuláveis e de ampla dispersão ambiental, o Secretariado da Convenção de Estocolmo decidiu, em 2019, listar o dicofol como um POP e sua produção e seu uso devem ser proibidos sem exceções específicas. A produção de dicofol no Brasil cessou em 2012, contudo, dados relatam que houve vendas nacionais de dicofol e importação dessa substância pelo país nos anos posteriores. Com isso, os planos de ação focam em esclarecer a finalidade para a qual o dicofol foi importado em 2018 e 2020, após a restrição nacional, para reforçar ainda mais o controle de importação e implementar estudos de monitoramento ambiental nas regiões do país onde o dicofol tenha sido amplamente utilizado, para identificar áreas contaminadas.

Recentemente, um avanço notável foi a aprovação do Projeto GEF **BRA/21/G31: Destruição ambientalmente adequada de PCBs no Brasil**, que proporcionará a gestão ambiental integrada de PCBs, visando propiciar a eliminação de 15 mil toneladas de equipamentos elétricos contaminados com PCBs. Trata-se de uma continuação do Projeto BRA 08G32 - Estabelecimento da Gestão de Resíduos de Bifenilas Policloradas/PCBs e Sistemas de Disposição, finalizado em 2019, que contribuiu para o fortalecimento das estruturas governamentais e regulatórias para a gestão adequada de PCBs, aprimorou o desenvolvimento da capacidade nacional de pessoal técnico e executou cinco projetos de demonstração para a gestão ambientalmente adequada de PCBs, por meio do desenvolvimento de projetos-piloto de inventários de PCBs em companhias elétricas. As próximas etapas serão implementar medidas para a redução, descarte e destruição de resíduos contaminados com PCBs. Essas ações, incluindo cálculos de volume, remoção, descontaminação e disposição final de equipamentos elétricos e resíduos identificados como contaminados por PCBs, devem resultar na totalidade das atividades previstas no primeiro NIP. O país tem realizado iniciativas relevantes para melhorar a gestão e eliminação de PCBs e a implantação, atualização e validação do Sistema Nacional de Inventário de PCB é um dos esforços atuais em andamento.

O inventário nacional de Éteres difenílicos polibromados - **PBDEs** foi revisado e atualizado de 2015 a 2020. Os PBDEs são compostos utilizados como retardantes de chama em uma variedade de materiais. Apesar de não haver registros sobre a produção de retardantes de chama contendo PBDEs no Brasil, o uso de misturas comerciais, principalmente de decaBDE, têm sido aplicadas em polímeros plásticos

de equipamentos elétricos e eletrônicos e na fabricação de veículos. Diversos estudos têm apontado uma predominância de decaBDE em relação aos demais PBDEs também em matrizes ambientais. No entanto, não há nenhum monitoramento de PBDEs em bens de consumo no Brasil. A ocorrência de PBDEs em polímeros é um grande desafio para as Convenções de Estocolmo e de Basileia, pois vários países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, carecem de instalações apropriadas de reciclagem e destruição desses produtos. Por esses motivos, os planos de ação terão como objetivo fazer levantamento de práticas e técnicas utilizadas em recicladores de plásticos para verificar a situação atual e melhorias necessárias e apoio a iniciativas que promovam a reciclagem de veículos pelos estados.

O Hexabromocicloodecano - **HBCD** foi listado na Convenção de Estocolmo em 2013 com algumas exceções específicas. O Brasil solicitou o uso de HBCD em produtos de poliestireno para uso na construção, contudo, o registro para esta aplicação expirou em 2019. Embora poucas instituições tenham respondido aos questionários enviados, as que responderam relataram terem substituído o uso de HBCD por outros retardantes de chamas em EPS e XPS. No Brasil, poucos estudos foram realizados para avaliar a presença de HBCD em produtos e no meio ambiente. Portanto, ficam destacados como planos de ação para uma melhor gestão de HBCD no país a implementação de um código aduaneiro específico para este composto e o monitoramento de EPS e XPS que possam conter HBCD e impactar o meio ambiente e a saúde humana por meio da reciclagem ou disposição final desses produtos.

De acordo com informações coletadas, uma antiga fábrica em Cubatão (Estado de São Paulo) produziu de 5.000 a 9.000 toneladas de Hexaclorobutadieno - **HCBD** durante as décadas de 1970 e 1980. A empresa enterrou impropriamente uma mistura de substâncias organocloradas durante os anos de 1974 e 1993, na qual a proporção da HCBD é estimada entre 25 e 45%. A mistura foi retirada e depositada em uma "estação de espera" construída em São Vicente, onde permanece desde 1987 e, atualmente, estima-se um total de 33.000 toneladas de solo contaminado por HCBD na região. Fora isso, destaca-se que não há registros de produção de HCBD atualmente no Brasil e que, para um melhor monitoramento desse POP, códigos aduaneiros específicos para o HCBD devem ser implementados a fim de avaliar o comércio internacional desta substância. A Cetesb monitora a área contaminada.

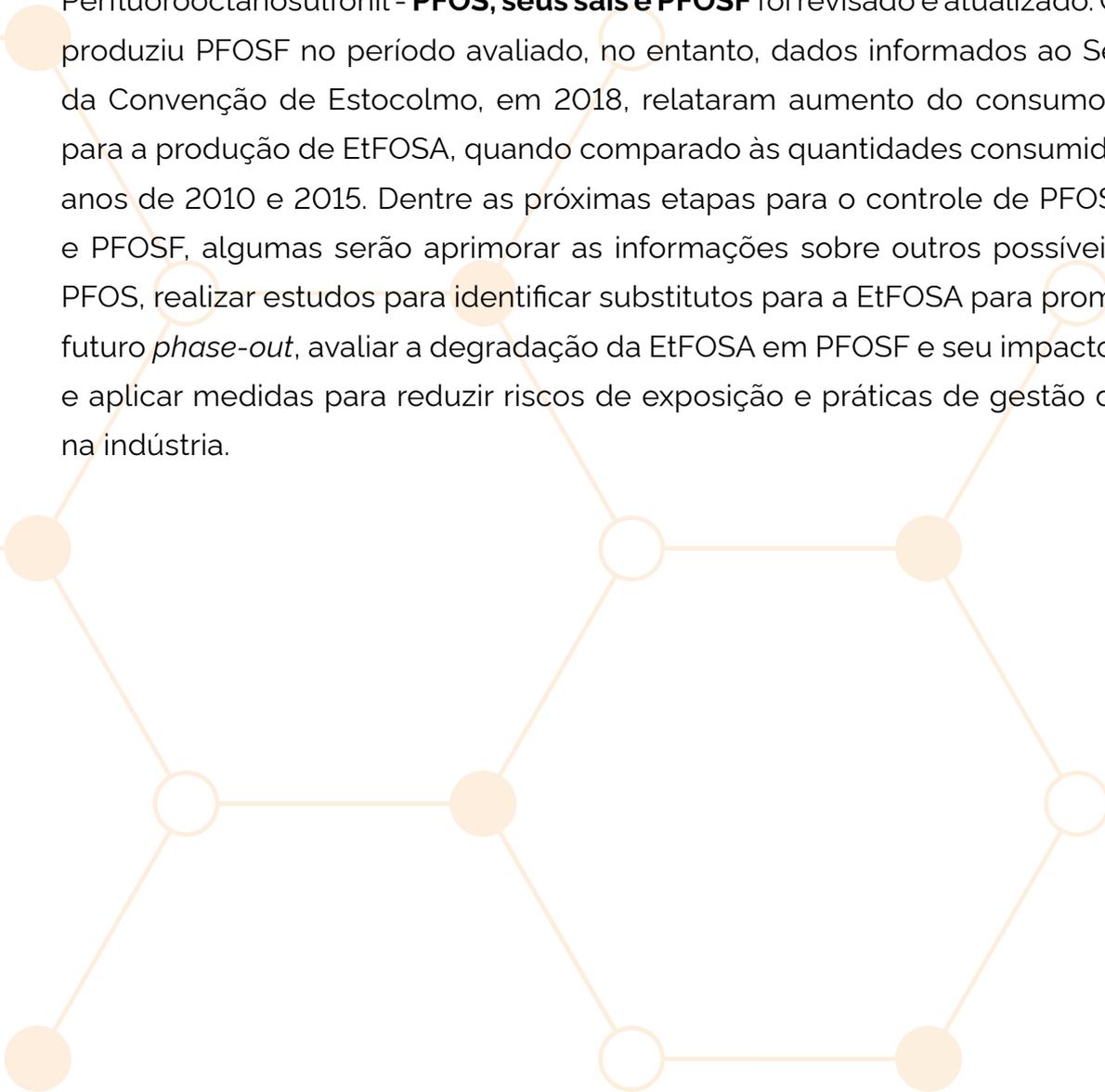
Em maio de 2015, os Naftalenos Policlorados - **PCNs** foram adicionados ao Anexo A da Convenção de Estocolmo. Os PCNs foram amplamente produzidos e vendidos como misturas técnicas para a produção de fluidos de transformadores e capacitores, aditivos de lubrificantes etc. No geral, a produção de PCNs está extinta em vários países. No Brasil, não há registros que indicam sua fabricação, porém registrou-se, em 2017, a importação dessa substância no volume de 930 kg em um único ano. Não foram encontrados estudos avaliando PCNs em amostras brasileiras de qualquer tipo, no entanto, considerando a ocorrência não intencional de PCNs, pode haver uma lacuna relevante de informações sobre a ocorrência de PCNs no país, principalmente devido ao uso de PCBs e SCCPs. Para resolver esse déficit de informação, um dos planos de ação será realizar análises químicas de concentrações residuais desses compostos em materiais usados em edificações, como selantes, tintas e revestimentos externos.

As Parafinas Cloradas de Cadeia Curta - **SCCPs**, subcategoria das parafinas cloradas (CPs), foram adicionadas à Convenção de Estocolmo em 2017. É possível que a matéria-prima para a produção de CPs possa conter outros compostos químicos que podem resultar na formação não intencional de outros POPs. Como resolução desse problema, serão adotadas medidas para que possam se identificar a composição química dos produtos à base de CP utilizados no Brasil. Existem evidências de produção de CPs no Brasil até a década de 1990 e que tais compostos sigam sendo importados para serem utilizados no país. Além disso, estima-se que a importação de produtos que levem CPs como aditivos em sua manufatura, como o caso do PVC flexível, seja uma via importante de entrada de SCCPs em território nacional. Portanto, além da necessidade de implementar códigos aduaneiros específicos para controlar a importação de SCCPs, o Brasil precisa investir no monitoramento do ciclo de vida de produtos que possam conter SCCPs e seus impactos na reciclagem e na destinação final de resíduos.

O Ácido perfluorooctanóico - **PFOA**, seus sais e compostos relacionados são utilizados em aplicações industriais, podendo ser utilizada na síntese de polímeros e outras substâncias. Devido aos seus efeitos nocivos aos organismos, incluindo humanos, esses compostos foram listados em 2019 na Convenção de Estocolmo. Desde sua inclusão na Convenção, a produção e uso do PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA só podem ocorrer para exceções específicas nos países signatários. No entanto, o Brasil não solicitou exceções para o uso do PFOA, uma vez que não foram identificados indícios de produção ou uso de PFOA no país. Os planos de ação adotados para o

controle de PFOA, seus sais e compostos relacionados, abrangem criar mecanismos para maior engajamento, controle e fiscalização de setores industriais para identificar possíveis usos remanescentes dessas substâncias, incentivar estudos e projetos que visem descrever a situação da contaminação ambiental, principalmente em água potável e alimentos, o que pode ter consequências para a saúde pública nacional.

O inventário nacional de Ácido Perfluorooctanossulfônico, seus sais e Fluoreto de Perfluorooctanosulfonil - **PFOS, seus sais e PFOSF** foi revisado e atualizado. O Brasil não produziu PFOSF no período avaliado, no entanto, dados informados ao Secretariado da Convenção de Estocolmo, em 2018, relataram aumento do consumo de PFOSF para a produção de EtFOSA, quando comparado às quantidades consumidas entre os anos de 2010 e 2015. Dentre as próximas etapas para o controle de PFOS, seus sais e PFOSF, algumas serão aprimorar as informações sobre outros possíveis usos dos PFOS, realizar estudos para identificar substitutos para a EtFOSA para promover o seu futuro *phase-out*, avaliar a degradação da EtFOSA em PFOSF e seu impacto ambiental e aplicar medidas para reduzir riscos de exposição e práticas de gestão de resíduos na indústria.



1. INTRODUÇÃO

Ao longo do século 20, acumularam-se evidências de que alguns compostos químicos, quando liberados no meio ambiente intencionalmente ou não, podem resistir à degradação e transformação física, química e biológica; podem se dispersar por longas distâncias, atingindo até as regiões mais remotas do planeta; podem conter toxicidade elevada; e podem se acumular em organismos, ameaçando a vida selvagem e a vida humana. Devido a essas características, essas substâncias químicas são de preocupação global, uma vez que não é possível preservar os ecossistemas e os cidadãos das ameaças da poluição química por meio de medidas isoladas.

1.1. Convenção de Estocolmo

Em maio de 2001, foi adotada a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), com o objetivo geral de proteger o meio ambiente e a saúde humana de substâncias químicas orgânicas que persistem no meio ambiente por longos períodos, se distribuem geograficamente, se acumulam em seres humanos e na vida selvagem e têm impactos nocivos para a saúde humana ou para o ambiente. A Convenção de Estocolmo entrou em vigor em maio de 2004, após o quinquagésimo instrumento de ratificação, aceitação, aprovação ou adesão à Convenção. Atualmente, a Convenção conta com 152 países signatários e 185 países Partes.

Inicialmente, foram listados na Convenção de Estocolmo 12 substâncias químicas para adoção imediata pelos países. No entanto, seguindo as disposições do Artigo 8 da Convenção, uma Parte pode apresentar uma proposta ao Secretariado para listar uma substância química como POP nos Anexos A, B e/ou C, mediante avaliação do Comitê de Revisão de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPRC – sigla em inglês). Assim, novas substâncias químicas foram propostas e listadas como POPs ao longo do tempo. Substâncias adicionais passaram a ser listadas como POPs na 4ª Conferência das Partes (COP-4), em 2009, e até a 9ª Conferência das Partes (COP-9), em 2019, 18 substâncias adicionais foram listadas como POPs (Tabela 1).

Tabela 1: Compostos químicos listados como POPs na Convenção de Estocolmo até a 9ª COP, em 2019 (continua)

Composto	Anexo	COP – ano	Uso/Fonte
Aldrin	A	COP 1 – 2001	Agrotóxico
Clordano	A	COP 1 – 2001	Agrotóxico
DDT	B	COP 1 – 2001	Agrotóxico
Dieldrin	A	COP 1 – 2001	Agrotóxico
Dioxinas (PCDD)	C	COP 1 – 2001	Não intencional
Endrin	A	COP 1 – 2001	Agrotóxico
Furanos (PCDF)	C	COP 1 – 2001	Não intencional
HCB	A e C	COP 1 – 2001	Indust.-Pestic.-Não inten.
Heptacloro	A	COP 1 – 2001	Agrotóxico
Mirex	A	COP 1 – 2001	Agrotóxico
PCBs	A* e C	COP 1 – 2001	Industrial-Não intencional
Toxafeno	A	COP 1 – 2001	Agrotóxico
Clordecona	A	COP 4 – 2009	Agrotóxico
HBB	A	COP 4 – 2009	Industrial
Hexa e hepta-BDE	A	COP 4 – 2009	Industrial
PeCB	A e C	COP 4 – 2009	Indust.-Pestic.-Não inten.
PFOS & PFOSF	B	COP 4 – 2009	Industrial-Agrotóxico
Tetra e penta-BDE	A	COP 4 – 2009	Industrial
α -HCH	A	COP 4 – 2009	Agrotóxico
β -HCH	A	COP 4 – 2009	Agrotóxico

Tabela 1: Compostos químicos listados como POPs na Convenção de Estocolmo até a 9ª COP, em 2019 (conclusão)

Composto	Anexo	COP – ano	Uso/Fonte
γ-HCH	A	COP 4 – 2009	Agrotóxico
Endosulfan	A	COP 5 – 2011	Agrotóxico
HBCD	A	COP 6 – 2013	Industrial
HCBD	A e C	COP 7/8 – 2015/2017	Industrial-Não intencional
PCNs	A e C	COP 7 – 2015	Industrial-Não inintencional
PCP	A	COP 7 – 2015	Agrotóxico
DecaBDE	A	COP 8 – 2017	Industrial
SCCPs	A	COP 8 – 2017	Industrial
Dicofol	A	COP 9 – 2019	Agrotóxico
PFOA	A	COP 9 – 2019	Industrial

Anexo [A], eliminação, com uso e produção proibidos (*com algumas restrições específicas); Anexo [B], restrição (e perspectiva de eliminação); Anexo [C], produção não intencional. Fonte: Elaborado pelo autor a partir de <http://www.pops.int/>.

1.2. Disposições da Convenção de Estocolmo

O texto da Convenção de Estocolmo é composto por 30 Artigos e sete Anexos (UNEP, 2018a). Por meio desse arranjo, a Convenção estipula que os países Partes devem adotar medidas para reduzir ou eliminar o uso, produção, importação e exportação de POPs, bem como sua liberação não intencional; promover o uso das melhores técnicas disponíveis (BAT) e melhores práticas ambientais (BEP) para processos e produtos para reduzir as emissões de POPs; e fornecer eliminação ambientalmente adequada de resíduos e estoques dessas substâncias químicas.

- **Artigo 1:** apresenta o **Objetivo** da Convenção;
- **Artigo 2:** apresenta as **Definições** da Convenção;

- **Artigo 3:** estabelece **Medidas para reduzir ou eliminar liberações de produção e uso intencional** de POPs;
- **Artigo 4:** descreve os mecanismos para o **Registro de exceções específicas**;
- **Artigo 5:** estabelece **Medidas para reduzir ou eliminar as emissões da produção não intencional** de POPs;
- **Artigo 6:** estabelece **Medidas para reduzir ou eliminar as liberações de estoques e resíduos**;
- **Artigo 7:** estabelece critérios para o desenvolvimento de **Planos de implementação**;
- **Artigo 8:** estabelece critérios para a **Listagem de produtos químicos nos Anexos A, B e C**;
- **Artigo 9:** endossa que cada Parte deve realizar e facilitar o **Intercâmbio de informações**;
- **Artigo 10:** endossa que cada Parte deve promover e facilitar a **Informação, conscientização e educação do público**;
- **Artigo 11:** incentiva as Partes a realizar **Pesquisas, desenvolvimento e monitoramento** apropriados, bem como colaborações, referentes a POPs e, quando relevante, a candidatos e alternativas de POPs;
- **Artigo 12:** estabelece critérios para **Assistência técnica**;
- **Artigo 13:** estabelece critérios para **Recursos e mecanismos financeiros**;
- **Artigo 14:** regras sobre **Acordos financeiros provisórios**;
- **Artigo 15:** estabelece critérios para **Reportar às COPs**;
- **Artigo 16:** regras sobre **Avaliação de eficácia**;
- **Artigo 17:** regras de **Não conformidade**;
- **Artigo 18:** regras sobre a **Resolução de litígios**;
- **Artigo 19:** estabelece critérios sobre as **COPs**;
- **Artigo 20:** estabelece critérios sobre o **Secretariado**;
- **Artigo 21:** estabelece critérios sobre as **Emendas à Convenção**;
- **Artigo 22:** estabelece critérios sobre a **Adoção e alteração de anexos**;
- **Artigo 23:** estabelece critérios sobre o **Direito ao voto**;
- **Artigo 24:** estabelece critérios sobre a **Assinatura**;
- **Artigo 25:** estabelece critérios sobre a **Ratificação, aceitação, aprovação ou adesão**;
- **Artigo 26:** regras sobre a **Entrada em vigor** da Convenção;

- **Artigo 27:** estabelece critérios sobre as **Ressalvas**;
- **Artigo 28:** estabelece critérios sobre a Retirada;
- **Artigo 29:** estabelece que o Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) será o Depositário desta Convenção; e
- **Artigo 30:** estabelece critérios para os Textos autênticos.

Os Anexos A, B e C listam as substâncias cujo uso e produção devem ser eliminados (Anexo A), restritos (Anexo B) e cujas emissões e liberações não intencionais de fontes antropogênicas devem ser reduzidas (Anexo C). Os Anexos D, E e F estabelecem critérios para propor uma substância química para inclusão na Convenção, critérios para avaliar o perfil de risco e considerações socioeconômicas para a substância. O Anexo G apresenta os procedimentos de arbitragem e conciliação para solução de controvérsias entre as partes.

As Partes devem tomar medidas específicas para lidar com POPs de acordo com os Anexos que estão listados. Para POPs listados no Anexo A (Eliminação), as Partes devem tomar medidas para eliminar a produção e uso desses produtos químicos. Em alguns casos, exceções específicas para uso ou produção são concedidas pela Convenção de Estocolmo, mas são aplicadas apenas às Partes que se registram para elas. Para POPs listados no Anexo B (Restrição), as Partes devem tomar medidas para restringir a produção e uso desses produtos químicos, à luz de quaisquer finalidades aceitáveis aplicáveis e/ou exceções específicas concedidas. Para POPs listados no Anexo C (Produção Não Intencional), as Partes devem tomar medidas para reduzir as liberações não intencionais desses produtos químicos, com o objetivo de minimizar continuamente e, quando possível, eliminar sua liberação.

De acordo com o artigo 7 da Convenção, cada Parte deve desenvolver um Plano de Implementação Nacional (NIP) para a Convenção de Estocolmo e apresentá-lo à COP, no prazo de dois anos a partir da data da entrada em vigor da Convenção, informando as medidas e estratégias que serão implementadas e integradas em seus planos nacionais de desenvolvimento sustentável, a fim de cumprir os compromissos assumidos no âmbito do tratado. Além disso, as Partes devem avaliar regularmente se são afetadas por quaisquer fatores externos ou internos que possam levar à necessidade de revisar e atualizar o NIP. Como parte da revisão e atualização do NIP, as Partes também devem avaliar a eficácia dos planos de ação, estratégias e medidas

adotadas incluídas em seu primeiro ou último NIP atualizado.

1.3. Implementação da Convenção de Estocolmo no Brasil

O Brasil assinou a Convenção de Estocolmo sobre POPs durante o ato de sua adoção em 23 de maio de 2001 e depositou o documento brasileiro de ratificação na ONU em 16 de junho de 2004. Para apresentar essa ratificação, o Congresso Nacional, nos termos do artigo 49, inciso I, da Constituição Federal, aprovou a Convenção por meio do Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004, e o Poder Executivo promulgou o texto da Convenção por meio do Decreto nº 5.472, de 20 de junho de 2005. Como signatário e Parte desta Convenção, o Estado Brasileiro reconhece seu compromisso com as disposições da Convenção de Estocolmo.

O primeiro NIP brasileiro para a Convenção de Estocolmo foi publicado em 2015 (MMA, 2015a). O NIP-Brasil-2015 apresentou os resultados de uma investigação inicial sobre o estado de implementação da Convenção de Estocolmo sobre POPs no Brasil, a ocorrência e usos de POPs no país, a gestão de seus resíduos e estoques, as áreas contaminadas, bem como como a capacidade instalada nacional para análise de POPs. Além disso, o NIP-Brasil-2015 identificou as medidas legislativas e administrativas já em andamento para proteger a saúde humana e o meio ambiente dos efeitos dos POPs e apontou as lacunas que precisavam ser preenchidas, proporcionando um plano de ação para o Estado brasileiro atender as obrigações da Convenção de Estocolmo.

O NIP-Brasil-2015 abrangeu os 23 POPs listados pela 6ª reunião da Conferência das Partes (COP) em 2013. No entanto, desde 2015, sete substâncias químicas adicionais e compostos relacionados foram listados como POPs na Convenção de Estocolmo durante as COPs 7, 8 e 9 (consulte a Tabela 1). Assim, passados cinco anos desde que o NIP brasileiro foi transmitido ao Secretariado da Convenção de Estocolmo e considerando a listagem de novos POPs, tornou-se necessário revisar e atualizar o NIP-Brasil-2015, como um dos compromissos do Governo brasileiro para a Convenção de Estocolmo, conforme estabelecido no artigo 7 da Convenção.

1.4. Objetivos da revisão e atualização do NIP

A revisão e atualização do NIP brasileiro concentrou-se em alguns POPs industriais já abordados no NIP-Brasil-2015 e nas sete substâncias químicas adicionais listadas como POPs desde a primeira apresentação do NIP.

Para o ácido perfluorooctanossulfônico, seus sais e fluoreto de perfluorooctanossulfonil (PFOS & PFOSF); hexabromociclododecano (HBCD); e éteres difenílicos polibromados (PBDEs), os principais objetivos foram: i) revisar o status de exceções específicas e registros de finalidades aceitáveis solicitados pelo Brasil; ii) identificar o progresso alcançado nos planos de ação definidos no NIP inicial; iii) revisar o inventário de cada uma das substâncias químicas pesquisadas para atualizar os dados do NIP; e iv) listar as amostras e análises feitas para a identificação desses POPs no território nacional.

Considerando que não foram identificados estoques ou artigos contendo os POPs hexabromobifenil (HBB) e pentaclorobenzeno (PeCB) no primeiro inventário de novos POPs industriais (MMA, 2015a), esses compostos não foram reavaliados no presente documento. O NIP-Brasil-2015 também destacou que não havia informações indicando a produção ou aplicação de HBB e PeCB no passado. Além disso, foi avaliado o uso específico do PeCB como intermediário na produção do quitozeno na única empresa registrada para comercializar este produto no país e a empresa relatou nunca ter utilizado PeCB.

Em relação às sete substâncias químicas adicionais listadas como POPs desde a primeira apresentação do NIP — Hexaclorobutadieno (HCBD); Pentaclorofenol (PCP); Naftalenos Policlorados (PCNs); Éter decabromodifenílico (decaBDE); Parafinas Cloradas de Cadeia Curta (SCCPs) e produtos que possam conter esta substância acima de um por cento em peso; Ácido Perfluorooctanóico (PFOA) e Dicofol — os principais objetivos eram: i) inventariar cada uma das substâncias químicas listadas; ii) apresentar uma proposta de planos de ação para cada uma das substâncias químicas listadas; e iii) listar as amostras e análises feitas para a identificação desses POPs no território nacional.

Em última análise, a revisão e atualização do NIP brasileiro visa:

- 1) Acompanhar o progresso do primeiro NIP;
- 2) Incluir os POPs listados após a primeira publicação do NIP;
- 3) Identificar e aplicar ações sinérgicas com planos nacionais relacionados;
- 4) Aumentar a conscientização pública e educar o público sobre os tratados internacionais relacionados aos POPs;
- 5) Contribuir para o gerenciamento ambientalmente adequado de substâncias químicas no Brasil;
- 6) Conscientizar sobre a questão dos POPs para uma economia mais circular no país;
- 7) Cumprir as obrigações decorrentes da Convenção de Estocolmo; e
- 8) Reduzir os riscos causados por POPs à saúde humana e ao meio ambiente.

1.5. Metodologia de revisão e atualização do NIP

No Brasil, a função de Ponto Focal Técnico da Convenção é compartilhada entre o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que atua em conjunto com a Divisão de Política Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Ministério das Relações Exteriores, que é o Ponto de Contato Oficial. O MMA também atua como órgão executor e coordenador para o desenvolvimento de inventários de POPs, planos de ação e, em última instância, o NIP. Para realizar todos os processos necessários à elaboração do atual NIP, o Brasil utilizou recursos do Fundo para o Meio Ambiente Mundial (GEF) e foi apoiado pelo PNUMA por meio de um projeto de cooperação internacional.

Os principais procedimentos adotados durante o processo de desenvolvimento do NIP brasileiro estão resumidos na Figura 1 e serão descritos em detalhes nas subseções a seguir.

Figura 1: Fluxograma das etapas adotadas durante o desenvolvimento dos inventários atualizados para o NIP do Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor.

1.5.1. Equipe de consultores

O MMA buscou assistência do PNUMA-GEF para contratar uma equipe de consultores especialistas em POPs para revisar e desenvolver novos inventários de POPs e um consultor individual para preparar o documento NIP. O MMA optou por trabalhar com uma equipe nacional de pesquisadores, com formação acadêmica voltada para o estudo de POPs, visando trabalhar com especialistas no assunto para o desenvolvimento ou revisão de cada inventário e fortalecer a qualificação pessoal nacional neste tema. A equipe de consultores foi treinada pelos coordenadores técnicos do projeto considerando as diretrizes fornecidas pelo Secretariado da Convenção de Estocolmo para o desenvolvimento do NIP, bem como com base na orientação para inventário específico de cada POP e do primeiro NIP brasileiro.

1.5.2. Levantamento de dados com as partes interessadas

Após um estudo aprofundado de todo o ciclo de vida dos POPs em questão e suas principais aplicações, a equipe de consultores listou — por meio de busca na internet — as partes interessadas do setor privado e organizações não governamentais (ONGs) potencialmente envolvidas em qualquer etapa do ciclo de vida de cada POP no território brasileiro. A listagem foi realizada buscando as atividades desenvolvidas e produtos ou serviços oferecidos para os quais os consultores identificaram um potencial de uso dos POPs contemplados no projeto.

Após listar os potenciais interessados, o MMA, em conjunto com o Centro Regional de Capacitação e Transferência de Tecnologia da Convenção de Estocolmo sobre POPs para a América Latina e o Caribe (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; CETESB), organizou uma reunião com a equipe de consultores, especialistas em POPs, o Secretariado da Convenção de Estocolmo e as principais partes interessadas. Além disso, o MMA enviou uma consulta oficial por e-mail a outros Ministérios brasileiros, a todas as federações industriais e Órgãos e Secretarias Estaduais de Meio Ambiente dos 26 estados brasileiros e Distrito Federal, e aos 22 membros da Comissão Nacional de Segurança Química (Conasq) (MMA, 2015a), a ONGs, a mais de mil indústrias e a mais de uma centena de associações industriais.

Os questionários enviados pelo MMA forneceram informações sobre a Convenção de Estocolmo, os compostos listados e o papel do Estado brasileiro como signatário da Convenção de Estocolmo. Os questionários também esclareceram as exceções específicas e as finalidades aceitáveis para a produção e uso de POPs e solicitaram informações sobre todo o ciclo de vida dos POPs em termos qualitativos e quantitativos.

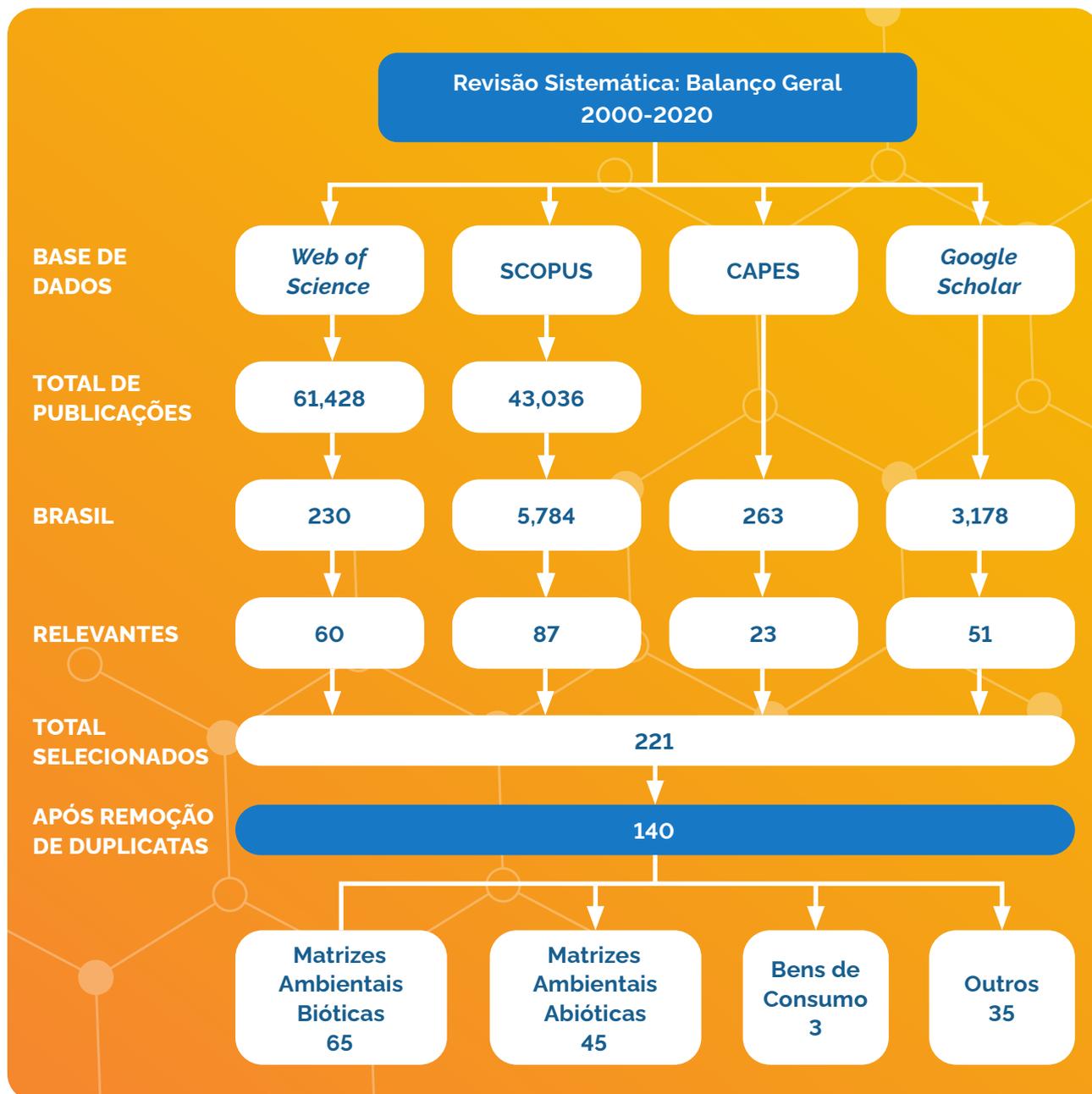
1.5.3. Avaliação de dados de comércio exterior

Os dados do comércio exterior foram avaliados pela equipe de consultores por meio do portal de acesso gratuito às estatísticas do comércio exterior brasileiro (plataforma Comex Stat: <http://comexstat.mdic.gov.br/>). Os resultados obtidos foram apresentados dentro de cada inventário de forma específica para os respectivos POPs. A avaliação dos dados de comércio exterior foi feita pelos códigos da Nomenclatura Comum do Mercado Comum do Sul (NCM; MERCOSUL). Os códigos NCM são códigos específicos do MERCOSUL baseados nos códigos harmonizados (HC) disponibilizados pelo Banco de Dados de Estatísticas do Comércio das Nações Unidas (*UN Comtrade Database*). No entanto, os códigos NCM são dois dígitos mais longos que HC, o que significa que as classificações iniciais de HC são subdivididas usando classificações de item (sétimo dígito) e subitem (oitavo dígito) no bloco econômico do MERCOSUL. Isso torna os códigos NCM mais específicos e, portanto, mais apropriados para avaliar dados de comércio exterior do que HC. No entanto, às vezes os códigos NCM também não são detalhados o suficiente para rastrear POPs específicos e podem abranger uma variedade de substâncias, levando a uma superestimação das quantidades comercializadas de POPs. Quando relevante, também foram avaliados dados de comércio exterior sobre produtos que possivelmente contenham os POPs de interesse.

1.5.4. Revisão da literatura

Uma revisão de literatura foi realizada para identificar a ocorrência relatada de POPs no Brasil. A revisão também pretendeu lançar luz sobre a produção científica nacional. Para tanto, foram avaliadas duas bases internacionais de publicações científicas revisadas por pares (*Web of Science* e SCOPUS) e uma base nacional de teses e dissertações produzidas no Brasil (plataforma Sucupira) seguindo o Protocolo PRISMA (MOHER *et al.*, 2015). Devido à falta de resultados relevantes nas bases de dados acima mencionadas para alguns POPs, a revisão foi expandida para uma base de dados mais generalista (*Google Scholar*) para obter mais relatos, além de artigos científicos revisados por pares na *Web of Science* e SCOPUS e teses e dissertações na plataforma Sucupira. A revisão foi realizada de 28 de setembro a 28 de outubro de 2020 para cada POP. Os protocolos, critérios de seleção e palavras-chave foram apresentados dentro de cada respectivo inventário de POP, considerando suas especificidades. A Figura 2 mostra o total de artigos em cada etapa do processo de revisão, considerando os dez POPs avaliados para a atualização do NIP.

Figura 2: Esquema com resultados gerais do protocolo seguido para revisão de literatura, considerando os dez POPs avaliados para atualização do NIP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

1.5.5. Revisão e desenvolvimento de inventários de POPs

Em linhas gerais, dez inventários foram revisados ou desenvolvidos para a atualização do NIP. A revisão e atualização dos inventários POP incluídos no primeiro NIP brasileiro (HBCD, PBDEs, PFOS & PFOSF) considerou a revisão do status de exceções específicas e finalidades aceitáveis solicitados pelo Brasil; a identificação do progresso alcançado desde a primeira transmissão NIP em 2015; a revisão e atualização da consulta às

partes interessadas; a revisão e atualização da avaliação de dados de comércio exterior sobre POPs comercializados como produtos químicos e principais bens de consumo potencialmente contendo POPs; a revisão e atualização das estimativas de estoque de POPs e conteúdo de POPs em bens de consumo que necessitam de gerenciamento ambientalmente adequado no Brasil; bem como a revisão da literatura sobre a ocorrência de POPs no país e avaliação da produção científica nacional sobre estudos de POPs. Assim, à luz das informações revisadas e atualizadas, novos planos de ação foram propostos considerando as atuais prioridades nacionais e foram desenvolvidos inventários POP específicos. Em relação às sete substâncias químicas adicionais listadas como POPs desde a primeira transmissão do NIP ao Secretariado da Convenção de Estocolmo (HCBD, PCP, PCNs, decaBDE, SCCPs, PFOA e dicofol), foram desenvolvidos inventários específicos para cada POP de acordo com seus documentos de orientação disponíveis no *website* da Convenção de Estocolmo (<http://www.pops.int/>) e considerando as mesmas etapas descritas acima para a revisão e atualização dos inventários de POPs. Além disso, à luz das informações coletadas, foi proposta uma lista de planos de ação para cada POP. Os dez inventários individuais de POPs estão disponíveis publicamente (somente em português) no site do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

1.5.6. Revisão e atualização do NIP de acordo com as prioridades nacionais

Para apoiar a elaboração do NIP atualizado, o MMA disponibilizou ao consultor os projetos atuais deste Ministério, o novo conjunto de prioridades nacionais, os dez inventários de POPs consolidando as informações mais relevantes sobre a situação dos POPs no Brasil, bem como o acompanhamento dos planos de ação estabelecidos no NIP-Brasil-2015. Com base nessas informações e nos dez inventários de POPs, o NIP foi atualizado. Um primeiro rascunho do NIP atualizado foi submetido ao MMA e ao PNUMA e após a apreciação do MMA, a versão final do NIP atualizado foi preparada pelo consultor e entregue ao MMA para um processo de validação com as partes interessadas. A atualização do NIP brasileiro traz um panorama da situação nacional em relação aos novos POPs e, com base em suas constatações e pontos críticos identificados, indica os principais desafios e prioridades que devem ser considerados para a implementação eficiente da Convenção de Estocolmo no país.

1.6. Estrutura do NIP

O Plano Nacional de Implementação do Brasil (NIP Brasil) segue a estrutura recomendada no Anexo 10 do Guia para Desenvolvimento de um NIP para a Convenção

de Estocolmo sobre POPs (UNEP, 2017a). Em termos gerais, o NIP é construído em três capítulos principais, como segue:

1. Introdução – Onde o leitor pode encontrar um resumo informativo e conciso sobre os POPs, a Convenção de Estocolmo e suas disposições, a implementação da Convenção no país, os objetivos e prioridades do NIP, bem como a metodologia aplicada para o desenvolvimento do NIP e a estrutura do NIP.

2. Perfil do país – Onde o leitor pode encontrar um panorama informativo e conciso do perfil do país, abrangendo os principais aspectos da geografia nacional, população, meio ambiente, sistema de saúde, economia, produção industrial, indústria química, matriz energética e cooperação regional; o quadro institucional, político e regulatório vinculado aos POPs e às disposições da Convenção; a avaliação das questões POP no país; e o estado atual de implementação dos planos de ação definidos no NIP anterior.

3. Estratégia e planos de ação – Onde o leitor pode encontrar uma declaração sobre o compromisso do Governo em abordar questões dos POPs no país; a estratégia e os planos de ação estabelecidos para a implementação completa da Convenção de Estocolmo, bem como os recursos necessários; um calendário para a implementação dos planos de ação definidos e medidas de sucesso; e o status do NIP atual.

1.7. Outras considerações relevantes

1.7.1. Considerações socioeconômicas

A relevância de realizar uma avaliação socioeconômica (ASE) ao desenvolver e atualizar o NIP e implementar as disposições da Convenção de Estocolmo são notáveis em todo o texto da Convenção de Estocolmo.

Na decisão SC-1/12 tomada pela COP, o Secretariado da Convenção de Estocolmo foi solicitado a desenvolver orientações adicionais sobre ASE em colaboração com outras organizações e sujeitas à disponibilidade de recursos. Para isso, as circunstâncias dos países com economias em desenvolvimento e em transição devem ser levadas em conta. Em resposta a essa solicitação, o Secretariado desenvolveu uma minuta de orientação sobre ASE para o desenvolvimento e implementação do NIP no âmbito da Convenção de Estocolmo. A primeira orientação sobre a ASE foi disponibilizada em 2007 e atualizada em 2017. A orientação sobre ASE é uma avaliação sistemática dos impactos socioeconômicos potenciais de atividades como o gerenciamento de POPs,

áreas contaminadas e populações impactadas em todos os setores da sociedade (incluindo sociedade civil, governo, comunidades e grupos locais e setores privados). A orientação da ASE pretende permitir uma análise e gerenciamento adequados das intervenções planejadas — tais como planos, políticas, programas e projetos — com relação aos impactos socioeconômicos pretendidos e não pretendidos, tanto positivos como negativos, e quaisquer processos de mudança social invocados por essas intervenções.

Portanto, a orientação deve permitir identificar as mudanças que provocam impactos adversos na saúde humana, no meio ambiente e no desenvolvimento econômico, como por exemplo:

- a) Deterioração da saúde humana e do ecossistema ambiental;
- b) A perda de produtividade do trabalhador;
- c) Mudanças no custo de vida;
- d) Níveis de trabalho infantil utilizado;
- e) Mudanças na distribuição de renda;
- f) Oportunidades de desenvolvimento empresarial, incluindo as Pequenas e Médias Empresas (PMEs); e
- g) Mudanças na demanda dos serviços públicos de saúde.

Uma ASE abrangente deve permitir que os países Partes tomem ações mais apropriadas e mais eficazes para realizar seus NIPs. Deve também ajudar a minimizar os impactos negativos para todos os setores da sociedade, indústria e governo e a melhorar o sucesso da implementação do NIP. Entretanto, a ASE deve sempre ter uma abordagem preventiva para evitar decisões tendenciosas devido à falta de informações sobre custos externos e outras lacunas de informação relevantes.

Por exemplo, os impactos negativos da poluição química sobre o meio ambiente e a saúde humana são apoiados por um conjunto indiscutível de dados. A exposição ambiental a substâncias químicas, incluindo os POPs, é uma contribuição importante para os custos associados à saúde mesmo nos países desenvolvidos (ATTINA *et al.*, 2016; SCHERINGER *et al.*, 2012; TRASANDE *et al.*, 2015; UNEP & OMS, 2013). Além disso, Grandjean e Bellanger (2017) realizaram uma estimativa econômica de saúde associada às exposições químicas ambientais e estimaram que o custo pode exceder 10% do produto nacional global. No entanto, deve-se fazer uma estimativa mais abrangente para englobar outros custos associados, como impactos ambientais, perda de biodiversidade, atividades industriais e comerciais, bem como custos sociais além dos custos de saúde.

Em março de 2021, o Ministério da Economia do Brasil emitiu um guia geral para análise de impacto socioeconômico de projetos de infraestrutura (Guia ACB). O guia visa facilitar a adoção sistemática da análise de custo-benefício socioeconômico no processo de avaliação e seleção de projetos de infraestrutura (incluindo avaliação de impacto ambiental - AIA), considerando os impactos diretos e indiretos ao longo do ciclo de vida do projeto. A metodologia estabelecida através do guia é obrigatória para novos grandes projetos. Em novembro de 2020, o Programa de Parceria de Investimentos (PPI), que faz parte do antigo Ministério da Economia, publicou Propostas de Diretrizes de Termos de Referência para Estudos Ambientais para melhorar e harmonizar a AIA nos processos de licenciamento ambiental para a produção offshore de petróleo e gás, grandes usinas hidrelétricas e eólica offshore. A capacidade de recursos humanos para as ASE é atualmente limitada, sendo necessário seu fortalecimento para o desenvolvimento e a implementação do NIP no âmbito da Convenção de Estocolmo seja alcançada. Ao realizar as ASE relacionadas ao gerenciamento de POP e impactos de POP, as recentes mudanças adotadas pela União Europeia (UE) nos limites aceitáveis de ingestão diária/semanal de substâncias como dioxinas e furanos (agora sete vezes menor), PFOS (agora 100 vezes menor) e PFOA (agora 1500 vezes menor) devem ser consideradas. A UE é um dos principais importadores de commodities brasileiras, tais como produtos de origem animal, que podem ser afetados até mesmo por baixas concentrações de POP no ar, solo e água (TORRES *et al.*, 2013; WEBER, 2017; WEBER *et al.*, 2018).

Até agora, apenas uma ASE inicial foi realizada para PCBs¹, mas os seguintes tópicos são considerados altamente relevantes e estão intimamente relacionados à política ambiental do país e às estratégias de desenvolvimento sustentável, bem como à implementação de outros tratados internacionais:

- 1) Segurança de alimentos e água (incluindo a exposição da população aos POPs e a contaminação de commodities);
- 2) Exposição de grupos vulneráveis e altamente expostos;
- 3) Gerenciamento de produtos químicos e resíduos;
- 4) Custo da destruição e gerenciamento e tratamento dos POPs em fim de vida e outros resíduos perigosos;
- 5) Custo da remediação de áreas contaminadas;
- 6) Custos de implementação de alternativas químicas aos POPs; e
- 7) Custos sociais, ambientais, econômicos e de saúde da implementação do NIP.

¹<https://www.thegef.org/projects-operations/projects/3282> and <https://www.thegef.org/projects-operations/projects/10368>

1.7.2. Considerações sobre gênero

O NIP deve levar em consideração algumas dimensões importantes relativas aos papéis e tarefas desempenhadas por homens e mulheres e suas assimetrias na realidade nacional. Social e ambientalmente, homens, mulheres e crianças podem estar mais ou menos expostos a diferentes tipos de substâncias químicas e fatores biológicos, tais como diferenças fisiológicas e de tamanho entre eles, terão implicações relevantes sobre os efeitos adversos causados pela exposição a substâncias químicas. Portanto, considerações de gênero são muito relevantes para a concepção, implementação, monitoramento e avaliação do NIP pois podem ter um impacto na vida de mulheres e homens, contribuindo para fechar as brechas de gênero ou para evitar que elas se aprofundem.

O Brasil assinou e ratificou os Tratados Internacionais em vigor sobre o reconhecimento e a proteção dos direitos humanos das mulheres e a promoção da igualdade de gênero, pelos quais, como resultado de seu caráter vinculante, o país assume compromissos explícitos, como por exemplo:

- A Declaração Universal dos Direitos Humanos (1948);
- A Convenção nº 100 da OIT sobre a Igualdade de Remuneração entre Trabalho Masculino e Feminino por Trabalho de Valor Igual (1951);
- Convenção sobre os Direitos Políticos da Mulher (1953);
- Convenção nº 111 da OIT sobre Discriminação no Emprego e Ocupação (1958);
- Convenção sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação Contra a Mulher (1981);
- Convenção Interamericana para a Prevenção, Punição e Erradicação da Violência contra a Mulher e a Família (Belém do Pará), 9 de junho de 1994;
- Quarta Conferência Mundial da Mulher e Plataforma de Ação de Pequim (1995); e
- Protocolo Facultativo da Convenção sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra a Mulher (1999).

Nas últimas décadas, o Brasil desenvolveu uma série de leis e políticas públicas que promovem a igualdade de gênero e garantem os direitos humanos das mulheres, desde a Constituição Federal, promulgada em 1988, até leis específicas, como por exemplo:

- A Constituição Federal, que estabelece que homens e mulheres têm direitos e obrigações iguais e que obriga a proteção da mulher no mercado de trabalho, por meio de incentivos específicos;

- A Lei 11.340/2006, denominada Maria da Penha, que reconhece o direito de todas as mulheres a viver uma vida sem violência e considera este tipo de agressão como uma violação dos direitos da mulher. A lei obriga o Estado e a sociedade a proteger as mulheres da violência doméstica e familiar, independentemente da idade, classe social, raça, religião e orientação sexual;
- Lei 13.104/2015. De acordo com esta lei, o feminicídio está agora listado como crime hediondo e foi incluído no artigo 121 do Código Penal Brasileiro;
- Lei 13880/2019, que determina a apreensão de armas de fogo na posse de assaltantes de casos de violência doméstica;
- Lei 13.882/2019, que garante a inscrição de dependentes de mulheres, vítimas de violência doméstica e familiar, em instituições de ensino elementar, que estão mais próximas de sua residência;
- Lei 13.827/2019, que altera a Lei Maria da Penha (Lei nº 11340) para permitir a aplicação de uma medida de proteção emergencial pela autoridade judicial ou policial às mulheres em situação de violência doméstica e familiar, ou a seus dependentes;
- Lei 9.799/1999, que estabelece a proibição de todo tipo de discriminação, inclusive de gênero, entre outras. Estabelece a proteção do status e do acesso ou preservação do posto de trabalho das mulheres grávidas; e
- Lei 12.227/2010, que estabelece o Relatório Anual Social e Econômico sobre a Mulher.

Nas últimas três décadas, o Brasil tem direcionado vários esforços para promover avanços em políticas públicas específicas para as mulheres. As principais políticas são as seguintes:

- Plano Nacional de Políticas para a Mulher 2013 - 2015, que contribuiu para o fortalecimento e institucionalização da Política Nacional para a Mulher adotada em 2004 e endossada em 2007 e 2011. Alguns dos princípios orientadores foram: (i) autonomia das mulheres em todas as dimensões; (ii) busca da igualdade efetiva entre homens e mulheres em todos os campos; (iii) respeito pela diversidade e luta contra todas as formas de discriminação; (iv) universalização dos serviços e benefícios oferecidos pelo Estado; (v) participação ativa das mulheres em todas as fases das políticas públicas; e (vi) implementação abrangente como princípio orientador de todas as políticas públicas; e
- Plano Plurianual 2020 - 2023, que é uma ferramenta de planejamento do governo que define as diretrizes, objetivos e metas da administração pública federal para um horizonte temporal de 4 anos. Dentro das diretrizes do Plano Plurianual, são estabelecidas as seguintes agendas, entre outras: A promoção e

defesa dos direitos humanos, com foco no apoio à família e a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social é mantida como uma de suas principais diretrizes, na qual o pilar social se afirma: "Promover o bem-estar dos cidadãos e a inclusão social com foco na igualdade de oportunidades e no acesso a serviços públicos de qualidade, através da redução das desigualdades sociais e regionais".

Os dados que serão aqui apresentados referem-se a projeções feitas, pelo IBGE, para 2020, devido a não realização do censo demográfico durante o período da pandemia da Covid-19. A população estimada, em 2020, para o Brasil foi de 210,74 milhões de pessoas, das quais aproximadamente 51% são mulheres e 49% são homens. A expectativa de vida das mulheres é de 80 anos e a dos homens, de 73 anos. Em 2018, 25% da população ganhava uma renda abaixo da linha de pobreza (USD 5,50 por dia), equivalente a BRL 420 por mês ou 44% do salário mínimo atual. Este indicador não mostra diferenças significativas entre homens e mulheres. Entretanto, há uma diferença significativa entre ser uma mulher branca (15%) e ser uma mulher de raça mista (34%). Em termos de desigualdade, o índice de Gini em nível nacional foi de 0,545 (IBGE, 2019). Os principais indicadores de educação por gênero no Brasil não mostram grandes diferenças. Por exemplo, a taxa de alfabetização de mulheres e homens de 15 a 24 anos de idade em 2018 é semelhante em cerca de 99%; a taxa líquida de matrículas no ensino fundamental era de cerca de 95% em 2015; e a taxa líquida de matrículas no ensino médio era maior para as mulheres em 83% contra 80% para os homens em 2015.

Apesar dos avanços e transformações sociais em favor das mulheres no Brasil, o indicador do número de horas gastas no cuidado de pessoas ou trabalho doméstico por gênero mostra que, até 2016, as mulheres gastaram 73% mais horas neste tipo de atividade do que os homens (18,1 horas contra 10,5 horas). Ao desagregar por região, a pesquisa mostra que na região nordeste as mulheres gastavam cerca de 80% mais horas do que os homens em tais atividades, totalizando 19 horas por semana. A carga de trabalho é um fator determinante da participação das mulheres no trabalho, e é definida pela divisão de gênero do trabalho. As mulheres precisam equilibrar o trabalho remunerado e não remunerado (tarefas domésticas e cuidados), o que eventualmente as alocará em ocupações de carga de trabalho reduzida. Portanto, os empregos de meio período têm uma alta concentração de mulheres. Regionalmente, as mulheres são responsáveis por um número maior de empregos em tempo parcial nas regiões Norte e Nordeste. De acordo com sua etnia, as mulheres pretas (31%) ocupam mais empregos em tempo parcial do que as mulheres brancas (25%). Em 2018, a população em idade de trabalho era de 169,25 milhões de pessoas, dos quais a população empregada era de 92,33 milhões. A taxa de emprego dos homens era de

64,4% enquanto a das mulheres era de 45,6%. A taxa de desemprego das mulheres (4%) é maior que a dos homens (1%), enquanto a taxa de subemprego das mulheres é de 29% e a dos homens é de 21%.

Ao analisar a população empregada por setor de atividade, observa-se uma divisão persistente do trabalho baseada no gênero, que retrata os papéis tradicionalmente atribuídos a homens e mulheres. Assim, as mulheres trabalham principalmente em setores relacionados aos cuidados, tais como saúde, educação, comércio e serviços técnicos, enquanto os homens se concentram na construção, transporte e atividades agrícolas. Por exemplo, o setor de serviços domésticos depende principalmente das mulheres (5,8 milhões de mulheres e 458 mil homens; enquanto o setor da construção civil depende principalmente dos homens (6,5 milhões de homens e apenas 235 mil mulheres), segundo dados de 2018 (IBGE, 2019). As mulheres que não têm escolaridade ou contam com níveis de educação básica incompletos mostram uma maior concentração de mão de obra nos setores de agricultura, serviços domésticos, hospitalidade e serviços de alimentação.

Embora a escolaridade nem sempre esteja associada à classificação de uma ocupação, à medida que a escolaridade progride, a renda média aumenta para ambos os sexos. Quanto maior o nível de educação, maior a taxa de participação da mão de obra e isso exerce uma maior influência sobre as mulheres. Em 2018, a taxa de participação das mulheres com educação superior completa era 2,6 vezes maior do que a das mulheres sem educação ou com educação básica ou incompleta, enquanto para os homens esta proporção é 1,5 vezes maior (IBGE, 2019). Em geral, a força de trabalho brasileira tem um baixo nível de escolaridade. Em 2018, 41,3% dos funcionários não tinham concluído o ensino médio. Entretanto, em todos os grupos analisados de acordo com o tempo de escolaridade, as mulheres ganham menos que os homens, mesmo tendo em média níveis de escolaridade mais altos. Há também uma diferença significativa entre a renda das mulheres brancas e pretas, sendo a renda das mulheres pretas aproximadamente 40% menor do que a das mulheres brancas.

Com relação ao gerenciamento ambientalmente adequado de substâncias químicas, o NIP visa minimizar o risco de exposição do ser humano e do meio ambiente aos POPs, em uma abordagem de mercado ambientalmente sustentável no Brasil. Neste contexto, as considerações de gênero para a abordagem de gênero interdisciplinar durante a implementação do NIP irão melhorar ainda mais os resultados, levando em conta as realidades e necessidades diferenciadas por gênero; bem como dar visibilidade à contribuição de mulheres e homens na realização do desenvolvimento sustentável inclusivo nos diferentes componentes e atividades propostas, dentro de

um ambiente sensibilizado para a abordagem de gênero. As considerações específicas de gênero são:

- 1) Aumentar a conscientização dos conceitos da abordagem de gênero em relação à equipe técnica do projeto e outros atores-chave para alcançar o desenvolvimento sustentável e inclusivo na gestão dos POPs;
- 2) Fornecer informações desagregadas por gênero sobre exposição ocupacional ao POP e doenças associadas a essa exposição;
- 3) Promover ações que protejam a saúde de homens e mulheres, levando em conta a exposição diferenciada por gênero aos POP; e
- 4) Melhorar os espaços de participação e empoderamento das mulheres como agentes de mudança na gestão adequada de POPs, produtos contendo POPs e resíduos de POPs.

Outros planos de ação específicos de gênero foram desenvolvidos para a boa gestão dos PCBs no país².

²<https://www.thegef.org/projects-operations/projects/3282> and <https://www.thegef.org/projects-operations/projects/10368>

2. PERFIL DO PAÍS

2.1. Resumo do perfil do país

O Brasil é um país com dimensões continentais, sendo o quinto maior país do mundo e o maior do continente sul-americano. A nação faz fronteira com quase todos os outros países da América do Sul, exceto Chile e Equador. A paisagem brasileira é muito diversificada, assim como sua população. A vegetação é caracterizada por florestas densas, como a Amazônia e a Mata Atlântica, campos secos, morros escarpados, imensos planaltos, áreas úmidas, manguezais e uma extensa planície litorânea. O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de produtos agrícolas, minerais e petróleo, e a energia hidrelétrica gera a maior parte de sua eletricidade. Além disso, o Brasil é a nação mais industrializada da América do Sul, produzindo produtos petroquímicos, químicos, siderúrgicos, automóveis, aviões e possui áreas fortemente urbanizadas, como a megacidade de São Paulo. O Brasil é uma república federativa com um Presidente, um Congresso Nacional e um sistema judiciário forte. A organização político-administrativa da República Federativa do Brasil compreende a União, 26 Estados, o Distrito Federal e 5.570 Municípios, todos autônomos, nos termos de sua Constituição. Outras informações gerais sobre o Brasil estão resumidas na Tabela 2.

Tabela 2: Informações gerais resumidas sobre o Brasil

Nome oficial:	República Federativa do Brasil
Forma e sistema de governo:	República presidencial
Língua:	Português
Moeda:	Real (R\$)
Área:	8.514.204,9 km ²
Extensão de fronteiras:	15.735 km com 10 países vizinhos e 7.367 km de costa voltada para o Oceano Atlântico
Capital:	Brasília
Religião:	Católicos 50%, Evangélicos 31%, não tem religião 10%, Espíritas 3%, Umbanda, Candomblé e outras religiões afro-brasileiras 2%, outras 2%, ateus 1% e Judeus 0,3% (DATAFOLHA, 2019)
Expectativa de vida:	77 anos em 2019. Homens 73,6 anos e mulheres 80,5 anos (IBGE, 2021)
Mortalidade infantil:	11,20 óbitos por mil nascimentos (IBGE, 2021c)
IDH:	0,754 – 87º lugar (PNUD, 2022)
Taxa de alfabetização:	99,7% (IBGE, 2019b)

Taxa de desemprego:	7,9 % (IBGE, 2022a)
PIB:	R\$ 9,9 trilhões em 2020 (IBGE, 2022b)
Participação no PIB:	Agricultura e pecuária 7,9%; Indústria 23,9%; Serviços 68,2% (IBGE, 2022b)
Número de veículos motorizados terrestres:	115,1 milhões (IBGE, 2022)
Turismo:	6,3 milhões de turistas estrangeiros (MTUR, 2019)
Climas:	Equatorial, tropical, tropical de altitude, atlântico, subtropical e semiárido.

Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2015a.

2.1.1. População

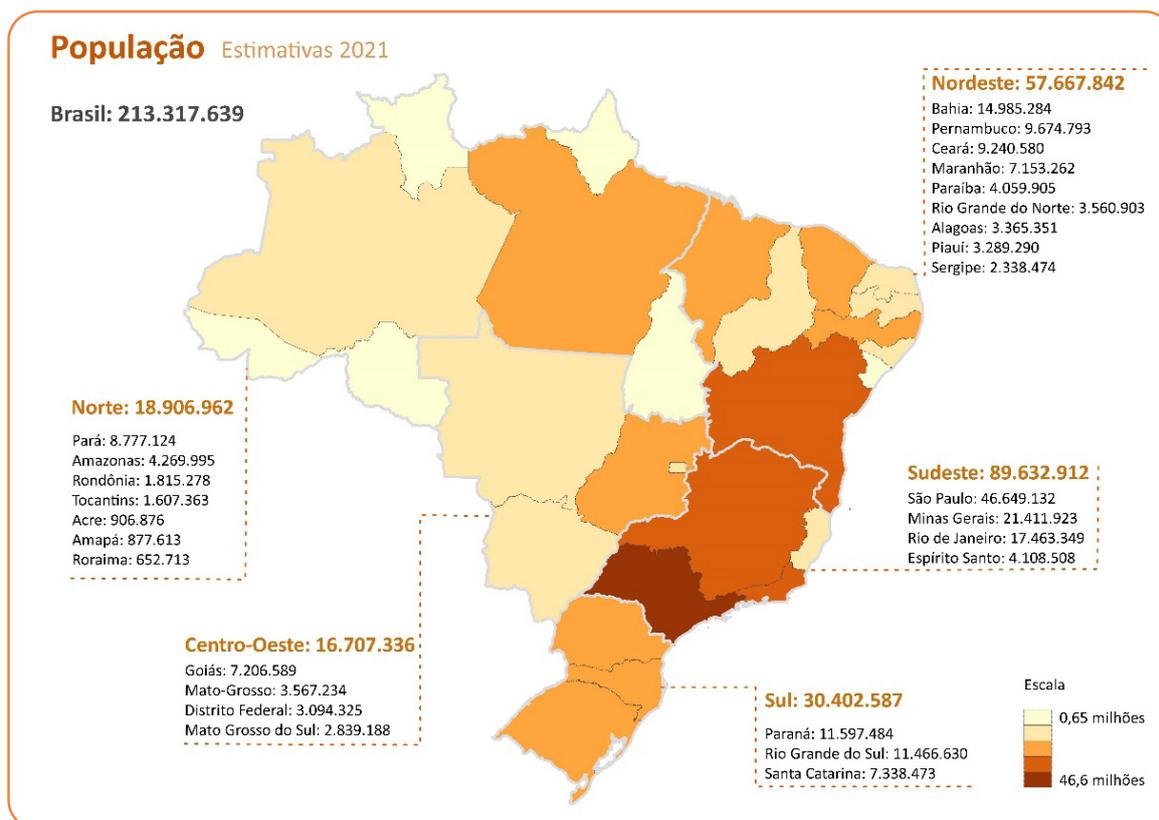
De acordo com a mais recente estimativa fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira atualmente é de 213.317.639 habitantes (IBGE, 2021c). Desses, 42% estão concentrados na região Sudeste, 27% no Nordeste, 14% no Sul, 9% no Norte e 8% no Centro-Oeste (Figura 3).

No que se refere à distribuição das faixas etárias, a população brasileira era, até o início da década de 1980, considerada majoritariamente jovem. Hoje, porém, enquanto as pessoas até 14 anos representam 21% dos habitantes, a "população em idade ativa" (PIA; 15 a 64 anos) representa 69% da população, e os idosos (acima de 65 anos) representam 10% (IBGE, 2021c). De acordo com as projeções do IBGE, há uma tendência atual de crescimento da população idosa que pode chegar a 25,5% da população até 2060.

Em relação à cor da população brasileira, a Pesquisa Nacional Contínua por Amostra de Domicílios (PNAD) realizada durante o quarto trimestre de 2022 revela que, entre os 214.680 participantes, 97.833 são auto identificados como pardos (45,6%), 92.033 como brancos (42,9%), 22.347 como negros (10,4%) e os restantes 2.467 (1,1%) como indígenas, amarelos ou não declarados (IBGE, 2022c).

O Brasil também é um país de grande diversidade religiosa. A mais recente pesquisa realizada pelo Instituto Datafolha (2019) mostrou que a maioria da população se autodeclara católica (50%) — embora esse percentual esteja diminuindo nas últimas décadas — seguido pelos evangélicos (31%) e sem religião (10%), sendo o restante representado por outras religiões existentes (8%). Um número expressivo de pessoas também declarou seguir o Espiritismo ou a Umbanda e o Candomblé. Anteriormente, os dados compilados pelo último Censo Demográfico de 2010 apontavam que a população católica representava 64,6% dos brasileiros, protestantes 22,2%, pessoas sem religião 8%, espíritas 2% e as demais religiões somavam 3,2% (SOMAIN, 2012).

Figura 3: Estimativas da população brasileira, por estados federais.



Fonte: Adaptado pelo autor do IBGE, 2021b.

A densidade demográfica no Brasil é bastante heterogênea, variando de 2,7 hab/km² no Estado do Amazonas, seguido pelo Estado de Roraima com 2,9, hab/km², a 537,1 hab/km² no Distrito Federal, seguido pelo Estado do Rio de Janeiro com 339,2 hab/km². Os estados com menores densidades demográficas estão localizados nas regiões Norte e Centro-Oeste, enquanto os de maior densidade demográfica estão distribuídos pelas regiões Sul, Sudeste e Nordeste.

Em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), conforme PNUD, 2022 o Brasil perdeu duas posições em relação ao ano anterior e ficou com o 5º melhor IDH entre os 12 países da América Latina. Com isso, o país ocupa a 87ª posição no mundo, sendo que na região onde se localiza, o Brasil está atrás de Chile (0,855), Argentina (0,842), Uruguai (0,809) e Peru (0,762).

Os estados brasileiros apresentam diferentes níveis de desenvolvimento, refletindo também diferentes realidades sociais e econômicas em seu território. Os estados das regiões Norte e Nordeste ocupam as posições mais baixas no ranking, enquanto os estados do Centro-Sul apresentam altos Índices de Desenvolvimento Humano.

Tabela 3: Evolução Temporal do IDH no Brasil, em nível federal

	2010	2016	2017	2021
Muito alto (0,800 - 1,000)	1	3	3	2
Alto (0,700 - 0,799)	12	19	19	17
Médio (0,600 - 0,699)	14	5	5	8
Baixo (0,500 - 0,599)	-	-	-	-
Muito baixo (0,000 - 0,499)	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2021.

2.1.2. Meio Ambiente Brasileiro

A vegetação brasileira pode ser categorizada em seis grandes biomas continentais: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa, mostrados na Figura 4. O maior bioma continental brasileiro é a Amazônia, com 49,5% de extensão e o menor é o Pantanal, com 1,8%. A área de cada bioma brasileiro é mostrada na Tabela 4.

Tabela 4: Extensão absoluta e relativa dos biomas Brasileiros.

Bioma	Área aproximada (km ²)	Participação na área do Brasil (%)
Amazônia	4.212.742	49,5
Cerrado	1.983.017	23,3
Mata atlântica	1.107.419	13,0
Caatinga	862.818	10,1
Pampa	193.836	2,3
Pantanal	150.988	1,8

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de IBGE, 2019c.

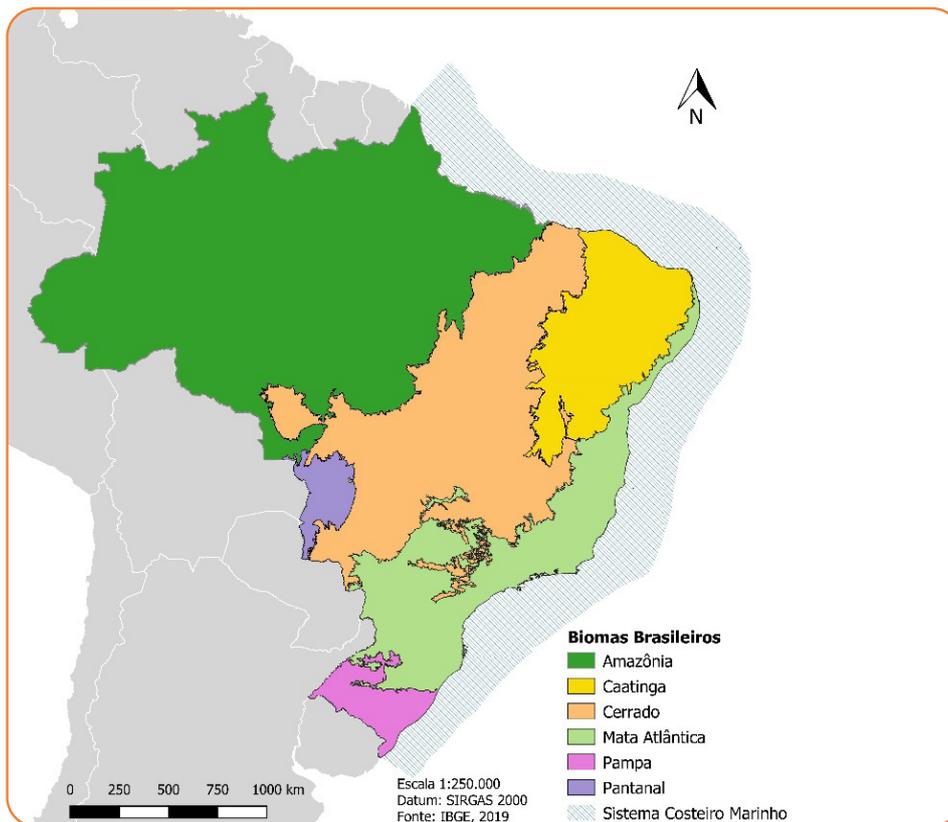
A cobertura vegetal nativa brasileira corresponde atualmente a cerca de 66,8% de sua extensão original, e ocupa uma posição global de destaque em termos de área de floresta nativa, sendo um dos países que mais mantém sua cobertura florestal no mundo. No entanto, não se pode negligenciar que 10,25% dessa cobertura nativa foi perdida entre 1985 e 2019 — correspondendo a cerca de 87,2 milhões de hectares — dos quais mais da metade ocorreu na Amazônia (44 Mha) e sendo o Cerrado o bioma com maior perda proporcional: 28,5 Mha ou 21,3% de sua área original (IPAM, 2020).

Ao contrário do senso comum, o bioma Mata Atlântica não consiste em um único tipo de paisagem formado apenas por suas típicas florestas úmidas. Pelo contrário, representa um bioma heterogêneo, composto por vários ecossistemas, fortemente moldados por fatores abióticos particulares e que abrigam populações animais e vegetais distintas, adaptadas à vida em tais ecossistemas. Assim, temos ecossistemas que variam muito em função de fatores como salinidade, temperatura e estrutura do solo: as restingas, típicas de ambientes costeiros, os manguezais, localizados em ambientes estuarinos, e os campos de altitude, típicos de picos montanhosos que se estendem principalmente ao longo da costa sudeste do país.

Os biomas campestres, por outro lado, tendem a apresentar um aspecto mais uniforme. Particularmente em certas partes do Pampa, campos compostos quase que exclusivamente de gramíneas podem ser observados. Nos demais biomas campestres, no entanto, paisagens compostas por estepes, arbustos e pequenas árvores esparsas são mais comuns. Em certos casos em que as plantas lenhosas estão presentes em maior quantidade, tem-se a "estepe arborizada". Ainda mais arborizados são os Cerrados ou savanas, que ocupam grande parte da região central do Brasil. A Caatinga, no entanto, é caracterizada por arbustos retorcidos que crescem esparsamente em solos principalmente pedregosos.

Esse mosaico de combinações de vegetação se encaixa de várias maneiras na estrutura territorial do estado brasileiro. Algumas Unidades da Federação, como Acre e Rio de Janeiro, ficam inteiramente dentro de um único bioma — Amazônia e Mata Atlântica, respectivamente. A maioria das UFs (17 de 27), no entanto, está localizada em dois ou mais biomas. As UFs mais diversificadas são Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, que possuem porções de três biomas dentro de seus limites. Em termos quantitativos mais precisos, a Bahia é a UF mais plural da Federação, pois as proporções entre as "fatias" dos três biomas são as mais equilibradas: Mata Atlântica (19,5%), Cerrado (18,3%) e Caatinga (62,2%) (IBGE, 2019c).

Figura 4: Delimitação das áreas ocupadas pelos biomas brasileiros



Fonte: Adaptado pelo autor de IBGE, 2019c.

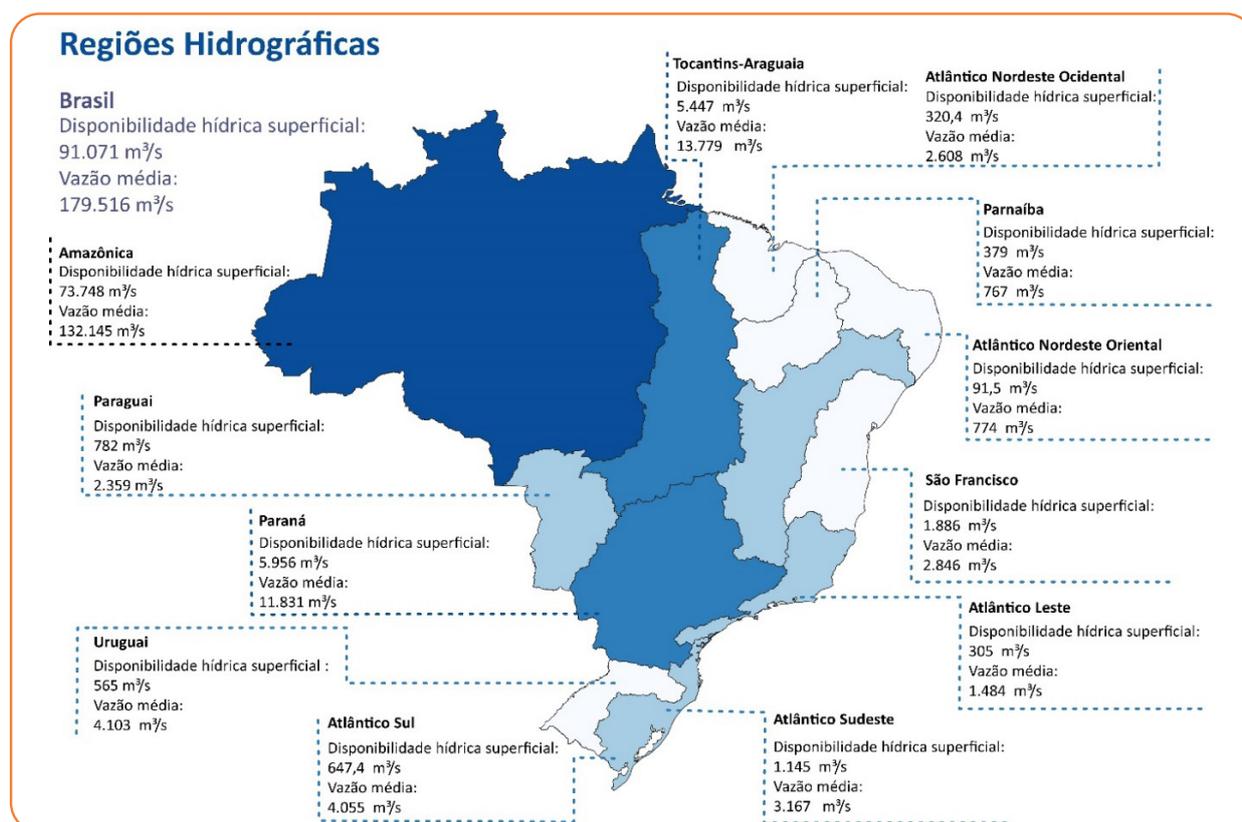
A Floresta Amazônica é considerada a maior reserva biológica do planeta, com indícios de que abriga pelo menos metade de todas as espécies vivas do planeta. Já o Cerrado é considerado a savana com maior biodiversidade do mundo (IBGE, 2019c). Os seis biomas e sua extensa zona costeira marinha, em um país de dimensões continentais, eleva o Brasil à posição de nação com maior biodiversidade em espécies do planeta (MMA, 2020a). Além disso, muitas das espécies brasileiras são endêmicas, e várias espécies vegetais de importância econômica global — como amendoim, castanha-do-pará, mandioca, caju e carnaúba — são originárias do Brasil.

Além da sua rica biodiversidade, o país também abriga um vasto patrimônio cultural, traduzido em uma ampla gama de populações tradicionais que residem no território. Com relação à população indígena, o Censo Demográfico de 2010 estimou um total de 817.963 habitantes, entre 305 etnias distintas e 274 línguas faladas (FUNAI, 2013). Existem também diversos outros grupos considerados comunidades tradicionais, incluindo quilombolas, caiçaras e seringueiros, que possuem amplo conhecimento sobre a conservação e uso da biodiversidade local.

O Brasil ocupa posição privilegiada no mundo quanto à disponibilidade de recursos

hídricos. A vazão média anual dos rios no território brasileiro é de cerca de 270 mil m^3/s , sendo que a água produzida no país chega a cerca de 180 mil m^3/s . Esse valor corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos, que é de 1,5 milhão de m^3/s (ANA, 2020; PAGNOCCHESCHI, 2016). Ao todo, são 12 regiões hidrográficas, bastante heterogêneas em termos de disponibilidade hídrica superficial e vazão média por habitante (Figura 5).

Figura 5: Regiões hidrográficas brasileiras com respectivas disponibilidades hídricas superficiais e vazões médias.



Fonte: Adaptado pelo autor de ANA, 2015.

O país é considerado rico em termos de vazão média por habitante, com cerca de 31.000 $\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$, mas apresenta grande variação espacial e temporal das vazões. A região hidrográfica amazônica, por exemplo, detém 80% dos recursos hídricos superficiais e é habitada por menos de 5% da população brasileira, apresentando uma vazão média por habitante de 558.000 $\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ (WORLD BANK, 2014; ANA, 2015).

Por outro lado, a menor vazão média por habitante é observada na região hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental, com média inferior a 1.200 $\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$. Em algumas bacias desta região são registrados valores inferiores a 500 $\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$. Essa região hidrográfica está quase inteiramente contida no semiárido nordestino, onde altas taxas

de evaporação e precipitação reduzida levam a estiagens prolongadas (ANA, 2015).

Algumas outras regiões hidrográficas, como o Atlântico Leste, Parnaíba e São Francisco, também se destacam como regiões com baixa disponibilidade relativa de água. Também afetadas por secas, as populações locais frequentemente enfrentam graves problemas de escassez de água. Por isso, o uso de barragens é amplamente utilizado como estratégia para armazenar água e regular a vazão de rios intermitentes para garantir o abastecimento humano, alimentação animal e irrigação, entre outros.

2.1.3. Sistema de saúde

A Constituição Federal brasileira de 1988 definiu a saúde como um direito universal e uma responsabilidade do Estado. Assim, o Brasil conta com um Sistema Único de Saúde (SUS) que foi instituído pelo artigo 198 da Constituição Federal de 1988 e regulamentado pela Lei nº 8.080/1990 e Lei nº 8.142/1990. O SUS é o modelo oficial de atenção à saúde pública, implantado em 1990, e é dirigido pelo Ministério da Saúde na esfera federal, pelas Secretarias Estaduais de Saúde na esfera estadual e pelas Secretarias Municipais de Saúde na esfera municipal. Hospitais, centros de saúde, fundações e institutos de pesquisa também fazem parte do SUS.

A Lei nº 8.142, em seu artigo primeiro, dispõe sobre a participação da sociedade civil no SUS e estabelece que cada nível de governo, sem prejuízo das funções do Legislativo, contará com a Conferência de Saúde e o Conselho de Saúde, como órgãos colegiados. O setor privado tem papel complementar, atendendo o governo por meio de convênios e contratos, que são regulamentados por lei.

2.1.4. Economia brasileira

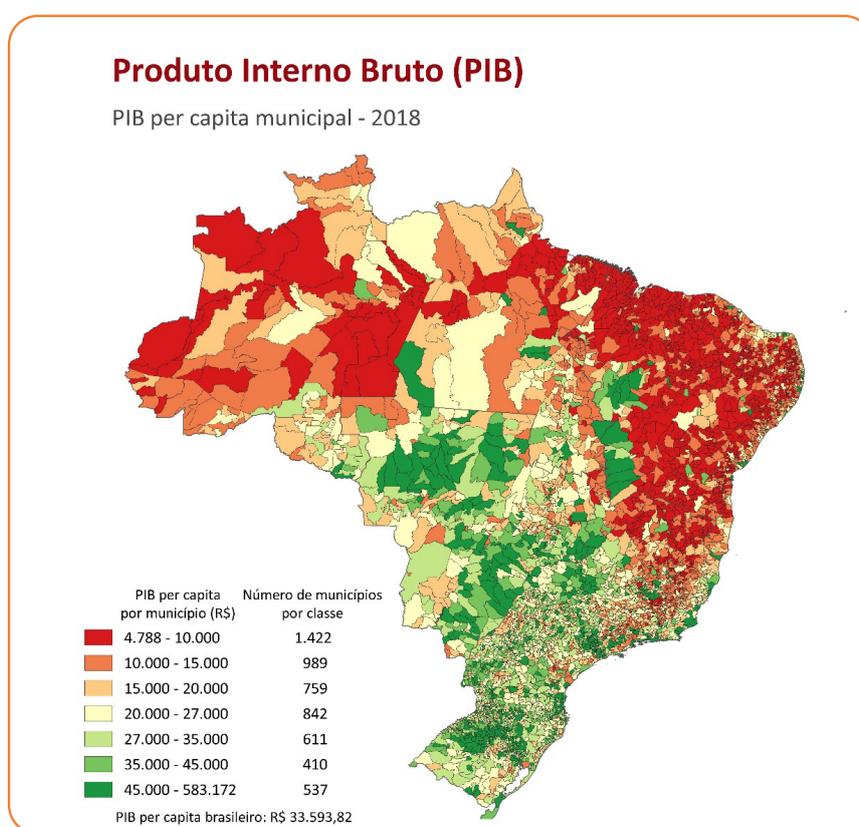
O Brasil é atualmente a 9ª maior economia do mundo (FMI, 2022), com um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 9,9 trilhões em 2022. O setor de Serviços é o que exerce maior influência sobre o PIB nacional, seguido pela indústria, arrecadação tributária e por último, agropecuária (Tabela 5).

Cerca de 70% do PIB brasileiro está concentrado em cinco estados: São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul, todos localizados nas regiões Sul e Sudeste. O estado de São Paulo lidera a lista, enquanto os estados de Roraima, Acre e Amapá aparecem nas últimas posições, com participações de 0,1% e 0,2% do PIB nacional. Os valores municipais para o PIB *per capita* de 2018 estão descritos na Figura 6 e a Tabela 6 que apresentam a participação percentual por região no PIB ao longo

dos anos.

Em relação ao cenário brasileiro no mercado internacional, os principais parceiros comerciais do país são atualmente China, Estados Unidos da América e Argentina, que em 2020 representaram 32,6%, 10,7% e 4,19% do total exportado, respectivamente. O principal produto exportado é a soja, que responde por US\$ 28,6 bilhões (14% dos produtos exportados), seguida por minério de ferro e concentrados (US\$ 25,8 bilhões – 12%) e petróleo bruto ou óleos minerais betuminosos (US\$ 19,6 bilhões – 9,4 %) (MDIC, 2021).

Figura 6: PIB per capita em nível municipal, para o ano de 2018.



Fonte: Adaptado pelo autor de IBGE, 2018 (<https://www.ibge.gov.br/apps/pibmunic/>).

Tabela 5: PIB brasileiro para o ano de 2020, por setores, em milhões de reais (R\$).

Setor	Valor (R\$ 1.000.000)	Parcela (%)	Subsetor	Valor (R\$ 1.000.000)	Parcela (%)
Agricultura e pecuária	439838.43	5.9	Agricultura e pecuária	439838.43	5.9
Indústria	1314555.09	17.7	Indústria extrativa	185579.97	2.5
			Indústria de transformação	727647.56	9.8
			Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos	188864.46	2.5
			Construção	212463.09	2.9
Serviços	4686369.94	62.9	Comércio	874033.10	11.7
			Transporte, armazenamento e serviços postais	277673.29	3.7
			Informação e comunicação	224726.55	3.0
			Serviços financeiros, seguros e afins	452147.68	6.1
			Atividades imobiliárias	660605.75	8.9
			Outras atividades de serviços	1044592.27	14.0
			Administração, defesa, saúde pública e educação, seguridade social	1152591.31	15.5
			Receitas fiscais	1007094.79	13.5
PIB total	R\$ 7,447,858.25 milhões				

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de IBGE, 2021b.

Tabela 6: Evolução temporal da participação das regiões geográficas brasileiras no PIB nacional.

Grandes Regiões	Participação percentual no Produto Interno Bruto (%)							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020
Norte	5.3	5.5	5.3	5.3	5.4	5.6	5.5	6.3
Nordeste	13.6	13.6	13.9	14.2	14.3	14.5	14.3	14.2
Sudeste	56.7	55.3	54.9	54.0	53.2	52.9	53.2	51.9
Sul	16.9	16.5	16.4	16.8	17.0	17.0	17.1	17.2
Centro-Oeste	8.8	9.1	9.4	9.7	10.1	10.0	9.9	10.4

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de IBGE, 2020.

2.1.5. Agricultura e Pecuária

Por razões históricas, socioeconômicas e geográficas, a agropecuária continua sendo uma atividade relevante no cenário nacional e no comércio internacional. O setor agropecuário contribuiu com 5,9% do PIB do Brasil de 2020, e utilizou aproximadamente 28%³ do território nacional para a sua produção. Porém, o PIB do agronegócio, que inclui, além da agropecuária, as indústrias e os serviços vinculados ao setor, correspondeu a 25,7%⁴ do PIB brasileiro de 2020, conforme dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ/USP).

O setor agropecuário brasileiro é dividido em duas grandes categorias, que se diferenciam claramente em termos de mão de obra, tamanho dos estabelecimentos, produtos cultivados e para quais esferas de mercado cada um deles fornece. Por um lado, o mercado interno é amplamente abastecido pela agricultura familiar, que é responsável pela produção de mais de 70% dos alimentos consumidos pela população brasileira, caracterizada principalmente por estabelecimentos de pequeno e médio porte. Estes agentes, apesar das dificuldades de acesso à assistência técnica, ampliaram os valores contratados no âmbito do crédito rural. Em 2017, a participação do Pronaf, por exemplo, no total concedido era de 13,6%⁵, em 2020 essa participação aumentou para 15,1%⁵.

Por outro lado, a agricultura não familiar é amplamente caracterizada por propriedades de grande porte e altamente mecanizadas, que exportam maior parte de suas

³ Considera a área, em hectares, cuja utilização é para lavouras, pastagens e sistemas agroflorestais.

Fonte: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6883>.

⁴ Fonte: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>

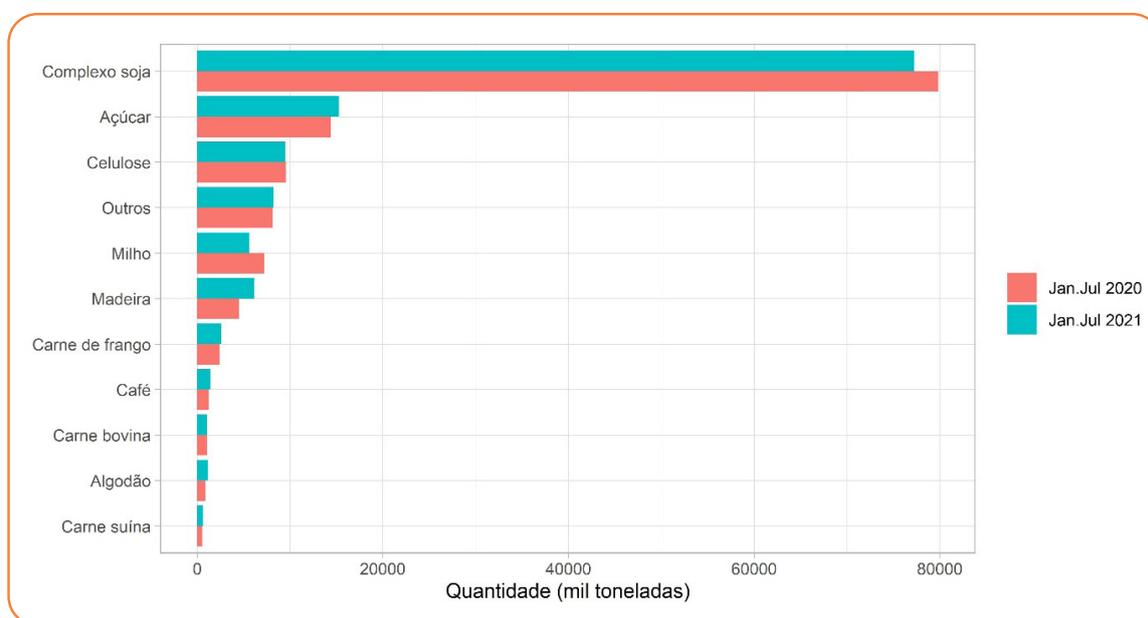
⁵ Considera os dados do Pronaf e do total contratado no âmbito do crédito rural, tabelas 8.1 e 3.1, respectivamente.

Fonte: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/micrrural>

produções. Em 2020, os produtores de soja em grãos, por exemplo, exportaram 64,8%⁶ de sua produção e receberam US\$ 28,6 bilhões⁶. Atendidas pela produção interna de soja em grão, as indústrias de farelo e de óleo também exportaram 47%⁶ e 11,6%⁶ de sua produção, respectivamente, e receberam no total US\$ 6,74 bilhões.

Em julho de 2021, os principais produtos exportados foram grãos, carnes, açúcar e café. No entanto, os produtos que bateram recorde de volume exportado no primeiro semestre de 2021 foram café, açúcar, algodão e carne suína (KRETER *et al.*, 2021). O trigo, por sua vez, é o principal produto agrícola que o Brasil importa, tendo correspondido a 33% dos produtos importados pelo setor agropecuário em 2020 (MDIC, 2021).

Figura 7: Exportações do setor agropecuário, em valor e quantidade, referentes aos anos de 2020 e 2021.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de MAPA, 2019.

Entre 2005 e 2016, a produção brasileira de grãos passou de 112,5 milhões de toneladas⁷ na safra 2004/2005 para 240,6 milhões de toneladas⁸ na safra 2016/2017. Neste momento, o número de grãos produzidos pelo país aumentou 113,9% em pouco mais de uma década. Em 2019, os recordes obtidos até agora foram superados, registrando uma produção de 241,5 milhões de toneladas⁸ de grãos. A produção de soja, que representou 47% dos grãos cultivados em 2019, passou de 51,6 milhões de toneladas⁷ para 115 milhões⁸ no período analisado. No caso do milho, a produção passou de 35 milhões de toneladas⁷ para 99,5 milhões⁸. Em relação às exportações do setor, houve um aumento expressivo nas últimas duas décadas, em que o valor exportado passou

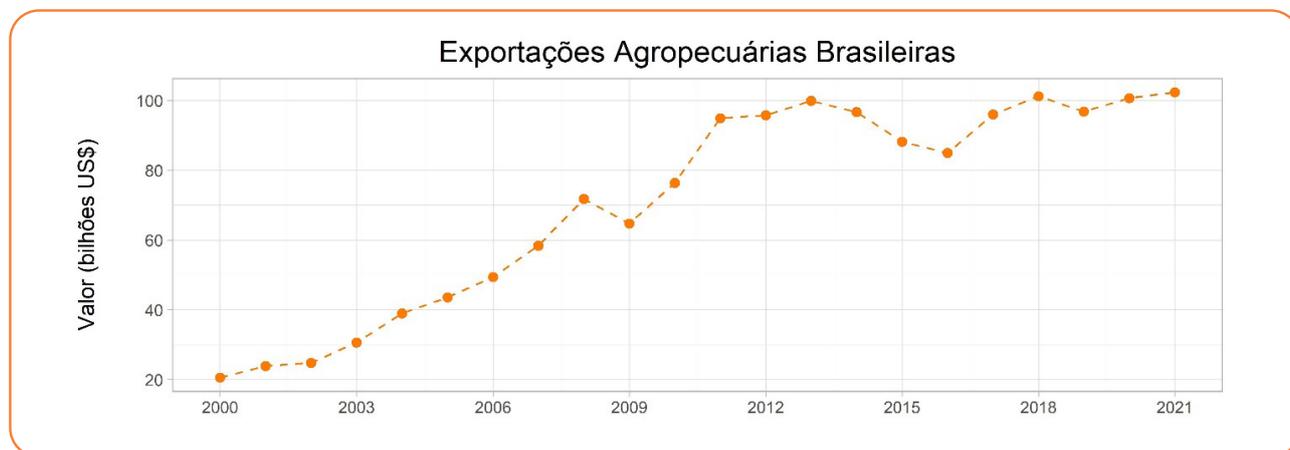
⁶ Fonte: <https://abiove.org.br/estatisticas/>.

⁷ Fonte: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/8/lspa_prog_2005_dez_supl.pdf.

⁸ Fonte: Dados de produção de cereais, leguminosas e oleaginosas, em toneladas, nos meses de dezembro.

de 20 bilhões de dólares no ano 2000 para mais de 100 bilhões em 2021 (Figura 8).

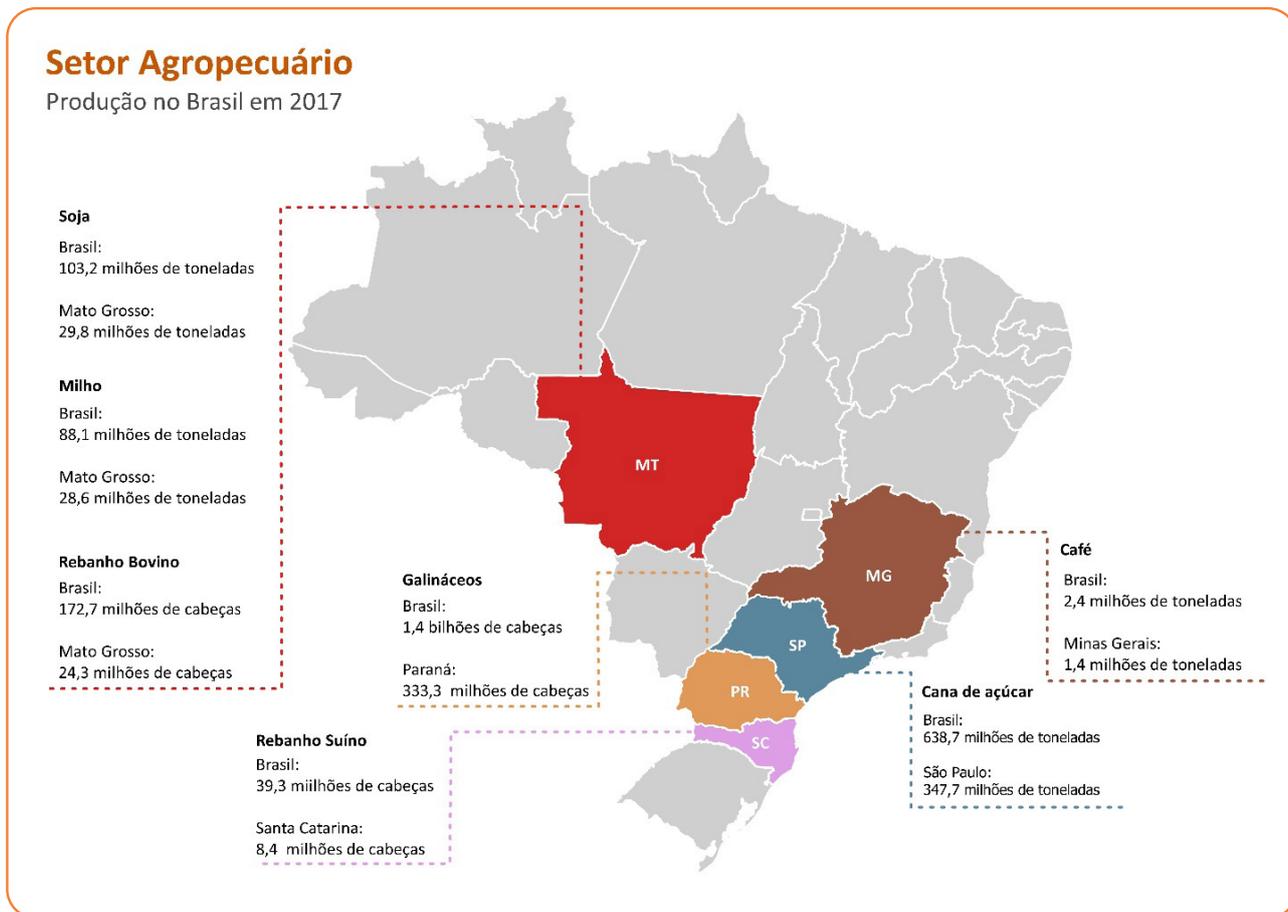
Figura 8: Série temporal das exportações do setor agropecuário, em bilhões de dólares



De acordo com os dados do Censo Agropecuário, no ano de 2017, o Brasil tinha um total de 4.996.287 de estabelecimentos agropecuários ocupando uma área de 351 milhões de hectares, dos quais 28% correspondem a matas e florestas.

A Figura 9 ilustra os maiores estados produtores de cada um dos principais produtos agropecuários do Brasil, de acordo com o último Censo Agropecuário de 2017. Sobre o rebanho bovino no Brasil, dados mais recentes revelam que em 2020 o país constituía o maior rebanho bovino do mundo — atingindo 219,2 milhões de cabeças de gado — e o maior produtor de carne bovina, além de ser o maior exportador mundial desse tipo de carne (IBGE, 2021e).

Figura 9: Exponentes da produção agropecuária brasileira, segundo dados do Censo Agropecuário 2017

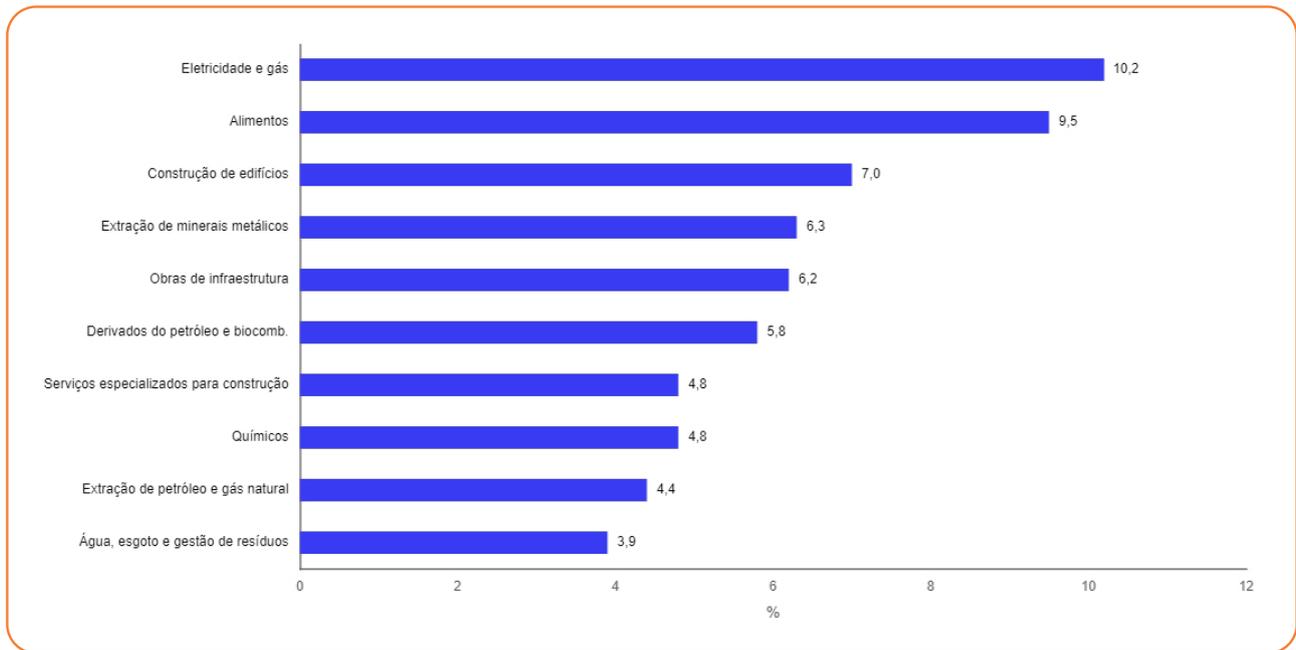


Fonte: Adaptado pelo autor de IBGE, 2017.

2.1.6. Produção industrial

A indústria brasileira desempenha um papel importante na economia nacional, sendo responsável por 23,9% do PIB; 69,3% das exportações de bens e serviços; e 34,4% da arrecadação de impostos federais (Portal da Indústria, 2022; IBGE, 2022). As maiores categorias podem ser classificadas em bens de capital, bens intermediários, indústrias de bens de consumo duráveis, semiduráveis e não duráveis, sendo que as primeiras se destacam tanto na produção quanto no faturamento. Os principais setores da indústria brasileira e sua participação relativa no país são mostrados na Figura 10.

Figura 10: Os dez principais setores da indústria brasileira em 2020.



Fonte: Portal da Indústria, 2020.

Segundo o IBGE, em 2019, havia cerca de 306 mil empresas atuando no setor industrial no Brasil, que empregavam 7,61 milhões de pessoas, com média de 25 pessoas por empresa. O número de empresas foi 0,84% menor do que em 2018, quando eram 308.940. Já o pessoal ocupado caiu 0,69% em um ano (eram 7,67 milhões em 2018). Empresas do setor industrial apontaram em 2019 receita líquida de vendas de aproximadamente R\$ 3,24 trilhões, com média de R\$ 10,57 milhões por empresa (IBGE, 2019d).

Segundo o IBGE, de agosto de 2020 a 2021, as atividades com maior participação no total da indústria em termos de valor agregado foram fabricação de máquinas e equipamentos (29,4%); fabricação de veículos automotores, fabricação de produtos têxteis (25,5%); reboques e carrocerias (22,3%); fabricação de produtos minerais não metálicos (19,6%); metalurgia (19,1%); fabricação de produtos de madeira (17,6%); preparação de couro e fabricação de marroquinaria, artigos de viagem e calçados (16,1%); confecção de roupas e acessórios (15,6%); fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos (15,3%); e fabricação de máquinas, eletrodomésticos e materiais elétricos (14,5%) (IBGE, 2021g).

No mesmo período, na Região Norte, os produtos que mais se destacaram em valor de vendas foram, bebidas (5,03%) e outros equipamentos de transporte (3,28%). No Nordeste, destaque para outros produtos químicos (1,41%). No Sudeste, os destaques foram veículos automotores, reboques e carrocerias (9,53%) e celulose, papel e

produtos de papel (3,73%). No Sul, máquinas e equipamentos (7,95%) e vestuário e acessórios (3,56%) tiveram os maiores percentuais. Na região Centro-Oeste, minerais metálicos (0,22%) e veículos automotores, reboques e carrocerias (0,92%) foram as atividades mais representativas (IBGE, 2021h).

2.1.7. Indústria química

A indústria química representa um dos setores mais importantes da economia brasileira e está entre as 10 maiores do mundo. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), a indústria química brasileira ocupa o 6º lugar na indústria química mundial, tendo alcançado faturamento de 100,8 bilhões de dólares em 2020, ou 3,1% do faturamento mundial, estimado em 3.938,5 bilhões de dólares (ABIQUIM, 2020).

A indústria química contribuiu com 2,3% do PIB do Brasil em 2019, estabelecendo-se como o 3º maior setor manufatureiro do Brasil, atrás apenas das indústrias de alimentos e bebidas; e dos derivados de petróleo e biocombustíveis (ABIQUIM, 2020). Em 2019, o setor empregou 4% da força de trabalho empregada nas indústrias de transformação em todo o país.

De acordo com a ABIQUIM, em 2020 existiam 961 instalações químicas de uso industrial, principalmente concentradas no estado de São Paulo, onde estão localizadas cerca de 56% das plantas industriais químicas. O Brasil é um grande importador e exportador de produtos químicos, com destaque para a importação de óleos combustíveis de petróleo e fertilizantes e fertilizantes químicos e, a exportação de resinas termoplásticas (ABIQUIM, 2020). Apesar de registrar um dos maiores faturamentos do setor no mundo, a indústria química brasileira vive certa tendência de estabilização da produção industrial nacional. Além disso, grande parte do consumo do país é atendido por produtos do mercado externo.

2.1.8. Matriz energética

Em termos absolutos, o Brasil é um dos países com maior participação de energia renovável no mundo. Conforme mostrado na Figura 11, em 2018, 65% da oferta de eletricidade do Brasil foi de usinas hidrelétricas e apenas 13% de combustíveis fósseis. Em todo o mundo, as energias renováveis representaram 14% da oferta total em 2018, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021). No entanto, apesar de a energia hidrelétrica ser tradicionalmente considerada uma fonte de energia limpa, os efeitos ecológicos e sociais que cercam todo o processo de alteração da dinâmica natural dos rios e seus ambientes circundantes para a construção de barragens têm

sejo cada vez mais debatidos.

Figura 11:
Matriz Energética do Brasil (2018)

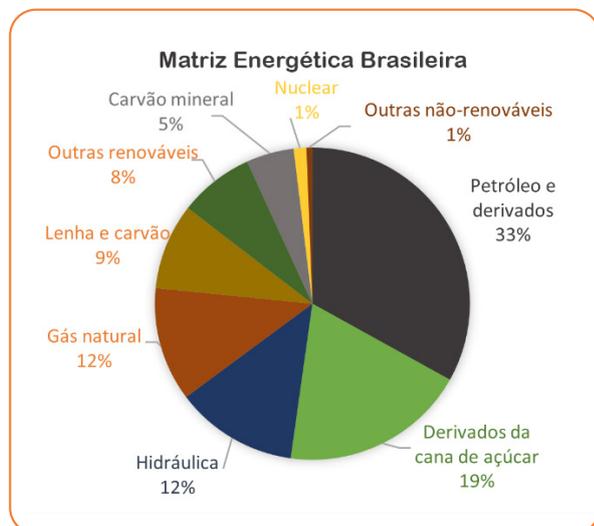
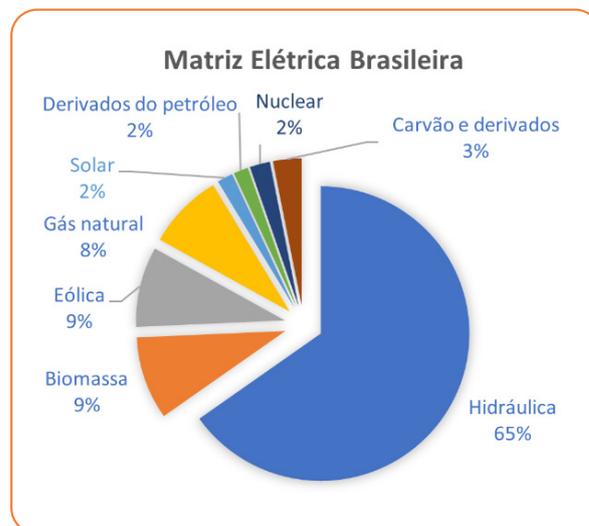


Figura 12:
Matriz Elétrica do Brasil (2018)



A extração de petróleo e gás natural assume posição de destaque na economia nacional dada a vasta costa litorânea do país e a abundância de reservatórios existentes, com destaque para a área do "Pré-Sal". Em 2020, a média anual de produção de petróleo foi de 2.940 mil barris/dia, enquanto a produção de gás natural ficou em torno de 127 milhões de m³/dia. Em ambos os casos, o estado do Rio de Janeiro lidera a produção nacional, respondendo por 80% da produção de petróleo e 61% da produção de gás; além disso, a Petrobras responde por cerca de 95% e 91% da produção total de óleo e gás do país (ANP, 2021).

Embora o país seja um grande produtor e usuário de gás natural, tendo registrado uma importação de 26,3 milhões de m³/dia em 2020, houve queda de 6% na demanda interna pelo combustível em relação ao ano anterior, atribuída aos 13% redução do consumo industrial no período.

O Brasil também tem um grande potencial para exploração de urânio para uso em novas usinas nucleares. No entanto, o processo é mais complexo devido a questões ambientais, altos custos de investimento e importação de tecnologia, o que atrasa a construção de novas usinas nucleares.

Em geral, o país possui uma boa capacidade instalada para geração de energias renováveis além das hidrelétricas (Tabela 7) e tem perspectiva de expansão, principalmente para energias eólica e solar. A diversificação da matriz energética

nacional é vista atualmente como uma alternativa para a redução da dependência hídrica, principalmente para a região do "Polígono das Secas". Das fontes energéticas que entraram em operação em 2020, a eólica e a solar são as mais promissoras, ficando em 2º e 3º lugar, respectivamente, em termos de adições, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2021). Particularmente no caso da energia eólica, também há grande potencial de expansão ao longo das costas do Nordeste, Sudeste e Sul do país.

Tabela 7: Matrizes energéticas brasileiras e respectivas potências (kW)

Renovável		Não Renovável	
Matriz	Potência (kW)	Matriz	Potência (kW)
Biomassa	15,556,726.45	Petróleo e outros	9,201,984.75
Hídrica	109,394,386.2	Gás natural	16,285,510.39
Solar	4,574,334.61	Carvão mineral	3,582,830
Eólica	20,107,538.86	Nuclear	1,990,000
Undi-elétrica	50		

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ANEEL, 2021.

2.1.9. Cooperação regional

O Brasil é um dos cinco países que compõem a união tarifária do MERCOSUL, formada também por Argentina, Paraguai, Uruguai e Venezuela. A Venezuela, que aderiu ao bloco em 2012, está suspensa desde dezembro de 2016 por descumprimento de seu Protocolo de Adesão. Além dos cinco principais países-partes, os outros sete países sul-americanos se relacionam com o bloco como parceiros associados: Bolívia, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Peru e Suriname. Destes, a Bolívia está atualmente em processo de adesão ao bloco.

O MERCOSUL, criado em 1991, visa à integração econômica, cooperação e desenvolvimento entre os países, com o objetivo de aumentar o comércio entre eles. Economicamente, o bloco é o terceiro maior do mundo, atrás do Acordo de Livre Comércio da América do Norte (NAFTA) e da União Europeia (UE).

Com uma população de 265,7 milhões de habitantes (62,2% da população sul-americana e 3,5% da população mundial), o MERCOSUL ocupa uma área de 11,9 milhões de km², equivalente a quase três vezes a área da UE e 67% do território de América do Sul. Em 2019, o bloco apresentou o 8º maior PIB do mundo, somando US\$ 2,38 trilhões e

correspondendo a 69,2% do total da América do Sul (MRE, 2019).

2.2. Estruturas institucionais, políticas e regulatórias

A Constituição Federal do Brasil (1988), em seu artigo 225, reconhece o direito essencial ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, cabendo ao Poder Público e à coletividade o dever defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Para garantir a efetividade desse direito, o artigo 225 da Constituição estabeleceu obrigações e deveres específicos para os poderes públicos. Em especial, a obrigação prevista no artigo 225, § 1º, inciso V: "Incumbe ao poder público controlar a produção, comercialização e uso de técnicas, métodos ou substâncias que ponham em risco a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente". O controle exercido pelo governo sobre o uso e produção de substâncias perigosas, incluindo POPs, é baseado neste mandato constitucional. Desde a Constituição Federal de 1988, o Brasil desenvolveu uma estrutura institucional ambiental abrangente, porém complexa.

2.2.1. Estruturas institucionais e regulatórias ambientais

No Brasil, a responsabilidade administrativa de proteger o meio ambiente, combater a poluição e zelar pela saúde e bem-estar da população é compartilhada entre o governo federal, os estados, o Distrito Federal e os municípios. A Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, estabeleceu regras para a cooperação entre os três níveis de governo no exercício dessa responsabilidade conjunta.

Quanto à prerrogativa de legislar em matéria ambiental, o artigo 24 da Constituição Federal confere competência concorrente entre os três níveis de governo. Atribui ao Governo Federal a regulamentação de assuntos de interesse nacional, estabelecendo normas e diretrizes gerais para todo o país. Os Estados, por sua vez, regulam as questões regionais; e municípios, especificidades locais, desde que as regulamentações estaduais e municipais não contrariem a lei federal. Eles só podem adotar medidas mais restritivas do que as adotadas pelo governo federal. Nos casos em que não haja lei federal que estabeleça normas gerais, os estados podem exercer a competência legislativa plena. Dessa forma, cada órgão especializado dos três níveis de governo tem autonomia para estabelecer normas de acordo com sua jurisdição legal.

Para lidar com os muitos desafios de seu quadro institucional ambiental descentralizado, o Brasil criou um Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) que representa a coordenação de todos os órgãos ambientais em todos os níveis de governo para

a gestão ambiental no país. O SISNAMA é formado por um Conselho de Governo para assessorar o Presidente da República sobre o tema; pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que é um órgão consultivo e deliberativo, formado por representantes de diversos setores; o MMA, que é o órgão central responsável pela coordenação do Sistema, as Secretarias de Meio Ambiente dos estados e do Distrito Federal que são os Órgãos Seccionais e as Secretarias de Meio Ambiente dos municípios, que são os Órgãos Locais. Mais dois outros órgãos compõem o SISNAMA, sendo eles: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (ICMbio), sendo esses os órgãos responsáveis pela execução da implementação da política ambiental no marco estabelecido pela legislação. A estrutura do SISNAMA está representada na Figura 13.

Figura 13: Estrutura institucional do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).



Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2021

Todos os estados e a maioria dos municípios de grande porte têm seus próprios órgãos ambientais, mas o nível de desenvolvimento entre as instituições varia consideravelmente. Enquanto para a maioria dos estados e municípios os órgãos ambientais têm capacidade limitada, a CETESB, desde 2009, atua como Centro Regional da Convenção de Estocolmo para Capacitação e Transferência de Tecnologia na Região da América Latina e Caribe.

No Brasil, grande parte dos estados e municípios não monitoram de forma consistente a condição do meio ambiente e os resultados de suas políticas ambientais. Por isso, no âmbito da implementação do NIP, como uma de suas ações, o MMA realizará oficinas e cursos de capacitação para o corpo técnico dos órgãos ambientais estaduais, com o objetivo de trabalhar uma das metas estabelecidas pela Convenção de Estocolmo em nível local.

A título de exemplo, a Resolução CONAMA nº 420/09 estabelece que os órgãos estaduais devem elaborar relatórios sobre áreas contaminadas identificadas, a serem enviados e centralizados pelo IBAMA em um banco de dados unificado, que compõem o Banco de Dados Nacional sobre Áreas Contaminadas (BDNAC). Em consulta realizada ao BDNAC (IBAMA, 2019), foram encontradas informações referentes apenas sobre quais estados disponibilizam informações ao público (São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro) e quais estão disponíveis, com link direcionando para a página de cada uma das instituições estaduais citadas. A seguir, a Tabela 8 resume os papéis e responsabilidades das principais instituições federais que lidam com os POPs.

Tabela 8: Funções e responsabilidades das instituições federais que lidam com POPs. Adaptado de MMA, 2015 (continua)

Autoridade	Competências
Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)	Como autoridade central do SISNAMA, é responsável pela formulação das políticas ambientais nacionais; para o desenvolvimento de estratégias, mecanismos e instrumentos jurídicos, econômicos e sociais para a melhoria da qualidade ambiental e a proteção dos recursos naturais, nos quais se incluam questões relacionadas à poluição, gestão de risco de substâncias químicas e resíduos perigosos.
Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)	É um órgão colegiado de caráter normativo, deliberativo e consultivo pertencente à estrutura do MMA; estabelece normas, critérios e padrões relacionados ao controle e manutenção da qualidade do meio ambiente, a fim de garantir o uso racional dos recursos ambientais. Coloca em vigor normas que possam estar relacionadas à proteção da qualidade ambiental, como a Resolução 420/09, que estabelece critérios para avaliação de substâncias químicas em solos e diretrizes para o manejo ambiental de áreas contaminadas.
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)	Como órgão executor da política nacional de meio ambiente, na esfera federal, está vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. É a instituição que efetivamente exerce o controle sobre a produção, uso, comercialização, movimentação e destinação de substâncias químicas e resíduos perigosos, e realiza a fiscalização ambiental no nível nacional. Participa do registro de agrotóxicos (agrícolas e não agrícolas), realizando a avaliação da periculosidade ambiental desses produtos. Também registra conservantes e preservativos de madeira. É um dos órgãos anuentes para o comércio exterior de diversos produtos, entre eles produtos químicos controlados em convenções internacionais. Além disso, é atualmente o ponto focal técnico das convenções internacionais relacionadas à química: Estocolmo, Roterdã, Basileia e Minamata, atuando na coordenação de atividades para sua implementação.

Tabela 8: Funções e responsabilidades das instituições federais que lidam com POPs. Adaptado de MMA, 2015. (continuação)

Autoridade	Competências
Ministério da Saúde (MS)	Formula e implementa a Política Nacional de Saúde; coordena e supervisiona o SUS; promove a saúde ambiental e adota ações de promoção, proteção e recuperação da saúde individual e coletiva, inclusive dos trabalhadores e populações indígenas, e mantém o sistema de informação em saúde. Atua no monitoramento e controle ambiental relacionado à saúde humana e qualidade da água potável: contaminantes ambientais químicos e físicos; desastres naturais; acidentes envolvendo produtos perigosos. Anteriormente foi responsável por emitir autorizações para uso de agrotóxicos, tendo em 1998 retirado vários POPs da lista de substâncias permitidas para aplicações agrícolas e domissanitárias no país.
Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)	Vinculado ao MS, atua na regulação, controle e fiscalização de produtos e serviços relacionados a produtos químicos que envolvam risco à saúde pública: de produtos alimentícios e aditivos alimentares, limites de contaminantes, resíduos de medicamentos veterinários e agrotóxicos em alimentos, produtos de higiene, perfumes, cosméticos, corantes, no processo de registro de agrotóxicos e produtos afins. Participa do processo de registro de agrotóxicos, realizando a avaliação toxicológica desses produtos e a reavaliação do registro daqueles que são suspeitos de causar danos à saúde. Exerce controle e quarentena em portos, aeroportos e fronteiras.
Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)	Vinculado ao MS, desenvolve atividades de ensino, pesquisa e publicação nas áreas de saúde pública, saúde do trabalhador, ecotoxicologia e assuntos afins, além de promover cursos de pós-graduação nessas áreas. No universo das substâncias químicas envolvidas em suas atividades estão os POPs.
Ministério do Trabalho e Previdência (MTP)	Formula e propõe diretrizes para a inspeção do trabalho, bem como normas para segurança do trabalhador e saúde ocupacional. Supervisiona e monitora as atividades de fiscalização e segurança e saúde ocupacional, no âmbito das unidades descentralizadas, e acompanha o cumprimento, em nível nacional, dos acordos e convenções ratificados pelo governo brasileiro com organismos internacionais, especialmente com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), em matérias de sua competência.
Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro)	Vinculado ao MTP, realiza estudos e pesquisas relacionados à segurança e saúde no trabalho, com competência para planejar, coordenar, monitorar e avaliar programas, projetos, pesquisas e serviços, com o objetivo de identificar, prevenir e controlar a exposição dos trabalhadores a fatores, condições e agentes de risco no ambiente de trabalho. Realiza ensaios e testes para avaliar a qualidade dos equipamentos de proteção individual, contando com laboratórios especializados. Investiga e analisa os acidentes de trabalho. Atua na identificação de agentes químicos nos processos de trabalho utilizados em fitotecnologia e zootecnia, propondo medidas para controlar os riscos de tais agentes nos ambientes de trabalho.

Tabela 8: Funções e responsabilidades das instituições federais que lidam com POPs. Adaptado de MMA, 2015. (continuação)

Autoridade	Competências
Ministério dos Transportes (MT)	Formula e implementa a política de transportes do país, incluindo as matrizes para o transporte ferroviário, rodoviário e aquaviário, bem como participa na coordenação do transporte aéreo. Os órgãos vinculados ao MI - Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) são responsáveis por estabelecer as normas e normas técnicas complementares relativas às operações de transporte terrestre e aquaviário de cargas especiais e perigosas.
Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA)	Propõe diretrizes à formulação da política agrícola no que se refere à defesa agropecuária e promoção da competitividade do agronegócio; exerce o controle e a fiscalização da produção, da comercialização e da utilização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Participa do registro de agrotóxicos, realizando a avaliação da eficiência agrônômica dos ativos. Registra ainda os produtos veterinários.
Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC)	Sua área de competência inclui: política de desenvolvimento da indústria, serviços e comércio; metrologia, padronização, qualidade e inovação industrial; políticas de comércio exterior, regulação e execução de programas e atividades relacionadas ao comércio exterior. Gerencia o Comex Stat, sistema informatizado responsável por integrar as atividades de registro, monitoramento e controle das operações de comércio exterior.
Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO)	Vinculado ao MDIC, tem, entre outras competências, a atribuição de planejar e executar as atividades de acreditação de laboratórios de calibração de ensaios, de prestadores de ensaios de proficiência, de organismos de certificação, inspeção, treinamento e outros, necessários ao desenvolvimento da infraestrutura de serviços no país. Neste âmbito de atividades, inclui a acreditação de laboratórios que possam realizar, entre outros, as análises necessárias para a detecção e caracterização de POPs.
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)	Responsável pelo desenvolvimento e implementação de políticas nacionais relacionadas à ciência e tecnologia; exerce a função de Secretaria-Executiva Permanente da comissão para a implementação da Convenção para a Proibição de Armas Químicas (CPAQ); promove e desenvolve técnicas de produção limpa para as indústrias.
Ministério de Minas e Energia (MME)	Suas áreas de competência incluem, entre outras, mineração e metalurgia; petróleo, combustível e energia elétrica, incluindo nuclear; energização rural e agroenergia, inclusive eletrificação rural, quando financiadas com recursos vinculados ao Sistema Elétrico Nacional. Tem importante papel na gestão de equipamentos elétricos (transformadores, capacitores e disjuntores) contendo PCBs, em conjunto com a ANEEL.
Ministério das Relações Exteriores (MRE)	Articula a posição brasileira na negociação de instrumentos internacionais; atua como representante do país nas reuniões de convenções internacionais, além de gerenciar aspectos políticos e questões ambientais em geral.

Tabela 8: Funções e responsabilidades das instituições federais que lidam com POPs. Adaptado de MMA, 2015. (conclusão)

Autoridade	Competências
Ministério da Justiça e Segurança Pública (MJSP)	Por meio da Polícia Federal e da Polícia Rodoviária Federal, o Ministério da Justiça atua na fiscalização do transporte nacional e internacional de produtos perigosos e na repressão ao contrabando de mercadorias proibidas no país. A Polícia Federal atua nas áreas marítima, aérea e de fronteira.
Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR)	Coordena as ações de defesa civil em todo o território nacional. As ações de defesa civil têm como objetivo a redução de desastres e incluem prevenção, preparação e resposta a emergências nacionais e desastres naturais. É uma ação multissetorial e deve ser executada pelos três níveis de governo - federal, estadual e municipal - com ampla participação da comunidade.

Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2015a.

Além desses órgãos federais, os estados, municípios e o Distrito Federal possuem arranjos e estruturas institucionais próprios para o cumprimento das obrigações de sua responsabilidade. Ademais, a sociedade civil e o setor privado têm representantes em alguns órgãos ambientais, junto ao poder público competente.

2.2.2. Política e legislação ambiental

A legislação ambiental brasileira remonta ao século XVII. No entanto, a legislação atual é majoritariamente baseada na Lei Federal nº 6.938, publicada em 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). A lei inovou ao apresentar o meio ambiente como objeto específico de proteção e introduziu os objetivos, diretrizes, princípios e ferramentas da política ambiental brasileira, incorporando aspectos da sustentabilidade ambiental ao desenvolvimento do país. Foi um passo inovador na história da administração pública brasileira. Desde então, ao longo dos últimos quarenta anos, o Brasil estruturou políticas ambientais, aprovou diversas regulamentações ambientais, criou mecanismos de controle e gestão dos recursos naturais e de prevenção à poluição; e fortaleceu a participação da sociedade no desenvolvimento de políticas nacionais.

Dentre os instrumentos criados pela PNMA, destaca-se a obrigatoriedade do licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras e de uso de recursos naturais. Esse mecanismo traduz a abordagem de prevenção em ações concretas, englobando o princípio do poluidor-pagador. Os procedimentos de licenciamento ambiental para diversas atividades e empreendimentos são regulamentados por

Resoluções do CONAMA. Os princípios de prevenção, precaução e poluidor-pagador, que norteiam o direito ambiental, estão retratados em muitos dos instrumentos estabelecidos pela PNMA e demais normas que compõem a legislação ambiental brasileira.

A Constituição Federal de 1988 possibilitou um conjunto de leis que consolidou o Brasil como exemplo mundial em legislação ambiental. No entanto, certamente existem lacunas entre os dispositivos legais e as práticas adotadas no país, principalmente devido ao desafio de fazer o levantamento de todo o território nacional. Algumas das principais legislações pertinentes à implementação da Convenção de Estocolmo são apresentadas a seguir:

- **Lei 7.797/1989** — Criou o **Fundo Nacional do Meio Ambiente** para apoiar o desenvolvimento de projetos que incentivem o uso mais racional e sustentável dos recursos naturais, bem como a recuperação, manutenção e melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida.
- **Lei 9.433/1997** — Criou a **Política Nacional de Recursos Hídricos**, que instituiu o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (SINGREH). Essa legislação estabeleceu que a água é um bem de domínio público, uso múltiplo e gestão descentralizada com a participação dos usuários. O Decreto 4.613/2003, regulamentou o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), suas competências e composição.
- **Lei 9.605/1998** — Criou a **Lei de Crimes Ambientais**, que estabeleceu sanções administrativas e penais para ações danosas ao meio ambiente. Essa lei permitiu a responsabilização civil e criminal dos infratores e criou mecanismos para a recuperação ou compensação de danos causados no meio ambiente.
- **Lei 9.795/1999** — Criou a **Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA)**, que estabeleceu a implementação da educação ambiental em todos os níveis das modalidades de educação formal e não formal. O Decreto 4.281/2002 regulamentou a Política Nacional de Educação Ambiental, sua implementação e gestão.
- **Lei 9.666/2000** — Sobre os **princípios básicos a serem observados na movimentação de petróleo e outras substâncias perigosas ou perigosas em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios em águas sob jurisdição nacional**. Esta lei estabeleceu critérios para a prevenção, controle e fiscalização da descarga de óleos e substâncias perigosas em águas nacionais. A Resolução CONAMA 306/2002 estabeleceu os requisitos para auditorias ambientais para avaliação dos sistemas de gestão e controle ambiental em portos, plataformas e refinarias para fins de atendimento à legislação e licenciamento

ambiental pelas indústrias de petróleo, gás natural e derivados.

- **Lei 11.445/2007** — Criou a **Política Nacional de Saneamento Básico**, que estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico, abrangendo abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e gestão de águas pluviais, limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos e os princípios fundamentais para a prestação de serviços públicos de saneamento, sua titularidade, planejamento e regulamentação. O Decreto 7.217/2010 regulamentou a Política Nacional de Saneamento Básico e instituiu o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.
- **Lei 12.305/2010** — Criou a **Política Nacional de Resíduos Sólidos** que estabelece o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes e metas adotadas para a gestão integrada e ambientalmente correta dos resíduos sólidos. Estabelece também a logística reversa para embalagens e produtos usados ou obsoletos, responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, cooperação entre órgãos públicos e empresas e incentiva a formação de cooperativas de trabalhadores da reciclagem. O Decreto 7.404/2010 regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- **Lei 14.026/2020** - Atualizou o marco legal do saneamento básico e altera a Lei 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento
- **Lei 14.250/2021** — Sobre a **eliminação de PCBs no país**, prevê a eliminação controlada de materiais, fluidos, transformadores, capacitores e outros equipamentos elétricos contaminados por PCBs e seus resíduos.

Em relação às PCBs, as principais legislações e normas nacionais relacionadas diretamente às PCBs no Brasil em ordem cronológica são:

- Portaria Interministerial MIC/MI/MME nº19, de 29/01/1981 - Proibiu a fabricação e comercialização de PCB;
- Portaria MINTER 157/1982, que proibiu o lançamento de efluentes contendo substâncias não-degradáveis de alto grau de toxicidade, entre as quais as PCBs, nas águas do Rio Paraíba do Sul;
- Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº 01/83 - Manuseio, Armazenamento e Transporte de PCB's e/ou resíduos contaminados com PCB's;
- ABNT NBR-8371/ 1984, 1997 e 2005 – Fluidos de PCBs para transformadores e capacitores: Características e Riscos;
- ABNT/NBR 8840/1985, 1992 e 2013: Diretrizes para amostragem de líquidos isolantes;

- ABNT NBR 11.175/1990 que trata de incineração de resíduos sólidos perigosos – padrões de desempenho e estabelece EDR de 99,999% para PCB e dioxinas;
- ABNT NBR – 13882/1997, 2005, 2008, 2013 - Líquidos isolantes elétricos: Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB): Define a utilização da cromatografia gasosa nas revisões de 2008 e 2013;
- Resolução Conama 316/2002: Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos, aqueles cuja temperatura mínima seja de 800 °C e tempo de residência maior que 1 segundo, estabelecendo para PCB a taxa de eficiência de destruição e remoção de 99,99%; Ela define como limite máximo de emissão de Dioxinas e Furanos: TEQ (total de toxicidade equivalente) da 2,3,7,8 TCDD (tetracloro-dibenzo-para-dioxina):
- Decreto Legislativo nº 204/2004 – Aprova o texto da CE sobre POP, adotada em 22 de maio de 2001;
- Decreto Federal nº 5472/2005 – Promulga o texto da CE sobre POP, adotada em 22 de maio de 2001;
- Resolução ANP 36/2008 – que estabelece as especificações dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B, de origem nacional ou importada, comercializados em todo o território nacional, dentre as quais, estabelece que o teor de PCB deve ser não detectável, conforme ABNT NBR 13882. Esta resolução revogou a Resolução ANP 25/2005 que por sua vez revogou a Portaria DNC nº 46/94 – ambas também estabeleciam que o teor de PCB deveria ser não detectável;
- Resolução ANP 16/2009 - designa a NBR 8371/2005 como a norma a ser seguida para a alienação de óleos isolantes elétricos;
- Resolução ANP 19/2009 – estabelece os requisitos necessários à autorização para exercício da atividade de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado, e a sua regulação. Exigência de laboratório próprio para controle de PCB, entre outros;
- ABNT/NBR 16432/2016: Óleo mineral isolante — Determinação do teor de produtos clorados que contempla a análise por potenciometria, mas inclui a análise por colorimetria; • Lei nº 14.250, de 25 de novembro de 2021, que dispõe sobre a eliminação controlada de materiais, de fluidos, de transformadores, de capacitores e de demais equipamentos elétricos contaminados por bifenilas policloradas (PCBs) e por seus resíduos.

2.2.3. Acordos e Tratados Ambientais Internacionais

O Brasil tem sido muito ativo — particularmente após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992 (Rio 92) — em todos os fóruns e negociações mais relevantes relacionados a produtos químicos e resíduos. Abaixo

estão os principais acordos multilaterais adotados pelo Brasil relacionados a produtos químicos:

A Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e o Protocolo de Montreal

Em 1990, o Decreto nº 99.280 promulgou a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio. O Brasil se engajou em adotar ações que reduzam a emissão de substâncias que destroem a camada de ozônio. Para cumprir as obrigações assumidas como Parte do tratado, foi criado o Programa Brasileiro de Eliminação da Produção e Consumo de Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio.

A Convenção de Basileia sobre os Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Descarte

O governo brasileiro aderiu à Convenção de Basileia, que foi promulgada por meio do Decreto nº 875, em 19 de julho de 1993. Atualmente, os procedimentos nacionais de controle de importação de resíduos são normatizados pela Resolução CONAMA nº 452/2012, que restringiu a importação de resíduos perigosos. Com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio da Lei nº 12.305/2010, a importação de resíduos perigosos foi definitivamente proibida tanto para destinação final quanto para reciclagem. As diretrizes elaboradas e publicadas pela Convenção ajudam os países a realizar uma gestão ambientalmente adequada de vários tipos de resíduos e têm sido referências importantes para o desenvolvimento de políticas e legislações nacionais.

A Convenção de Roterdã sobre Procedimentos de Consentimento Prévio Informado para Certos Agrotóxicos e Produtos Químicos Perigosos no Comércio Internacional - a Convenção PIC

O Brasil assinou a Convenção de Roterdã em 1998 e a promulgou pelo Decreto nº 5.360, em 31 de janeiro de 2005. O Consentimento Prévio Informado da Convenção de Roterdã (PIC) visa controlar o movimento transfronteiriço de substâncias químicas perigosas (agrotóxicos e substâncias químicas de uso industrial) que tenham sido proibidos ou severamente restringidos por razões ambientais ou de saúde pelos países Partes. Baseia-se no princípio da anuência prévia do país importador e na responsabilidade compartilhada pelo comércio internacional desses produtos químicos.

A Convenção de Minamata sobre Mercúrio

A Convenção de Minamata sobre Mercúrio surgiu após discussões recorrentes no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) sobre os riscos do uso de mercúrio. Ao todo, 140 países participaram e aprovaram o texto final em outubro de 2013. O tratado entrou em vigor no nonagésimo dia após a data do depósito do quinquagésimo instrumento de ratificação. O Brasil, que assinou a Convenção já em 2013, teve seu texto aprovado e ratificado pelo Congresso Nacional em 2017, pouco antes de a Convenção de Minamata entrar em vigor internacionalmente. Nacionalmente, a Convenção entrou em vigor por meio do Decreto Legislativo nº 9.470, assinado em 14 de agosto de 2018. Com um texto equilibrado, a Convenção inclui medidas aplicáveis a diferentes realidades, elemento essencial para o multilateralismo em questões ambientais no século XXI. A Convenção reúne um conjunto de disposições que podem ser agrupadas em: medidas de controle, desenvolvimento de políticas específicas ou medidas voluntárias e facilitadoras, além de disposições administrativas e meios de implementação. Por meio de um Projeto GEF/PNUMA "Avaliação Inicial da Convenção de Minamata sobre Mercúrio", o MMA desenvolveu atividades preparatórias para a implementação da Convenção de Minamata.

Abordagem Estratégica para a Gestão Internacional de Produtos Químicos (SAICM)

Adotado em 2006, o SAICM visava apoiar o Plano de Joanesburgo, acordado em 2002 na Rio+10, e garantir que até 2020 as substâncias químicas fossem produzidas e usadas de forma a reduzir significativamente seus efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana. No entanto, a quarta sessão da Conferência Internacional sobre Gestão de Produtos Químicos (ICCM4), por meio da resolução IV/4, iniciou um processo para preparar recomendações sobre a Abordagem Estratégica e gestão adequada de substâncias químicas e resíduos além de 2020. Para atingir este objetivo, o Plano de Ação Global incluído no SAICM sugere que as infraestruturas nacionais para a gestão de substâncias químicas devem ser construídas estabelecendo responsabilidades, arranjos de governança institucional, estrutura legal e formulação de políticas e programas nacionais apropriados. O Brasil, signatário do SAICM, tem empreendido esforços para garantir a efetiva implementação dos objetivos do Plano de Ação Global no país. Em 2015, o Brasil começou a discutir a elaboração de uma proposta de legislação para o gerenciamento ambientalmente adequado de substâncias químicas, que será um marco importante para a agenda. Além disso, as metas e medidas do SAICM, necessárias para sua realização, foram incorporadas ao Plano Estratégico do MMA para 2014-2022 como medida de institucionalização e compromisso de implementação do SAICM.

O Projeto de Lei (PL 6120/2019), que cria o Inventário Nacional de Substâncias Químicas com o objetivo de consolidar uma base de informação sobre as substâncias químicas produzidas ou importadas no território brasileiro e dá outras providências, representa um importante avanço na gestão de substâncias químicas no país. O PL 6120/2019 está em análise pela Câmara dos Deputados aguardando Parecer do Relator na Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC).

2.3. Avaliação de POPs no Brasil

De acordo com as prioridades nacionais estabelecidas pelo MMA e os resultados do primeiro NIP brasileiro, o NIP revisado e atualizado concentrou-se na situação atual de dez POPs (PFOS e PFOSF, PBDEs, HBCD, HCBD, PCP, PCNs, DecaBDE, SCCPs, PFOA e Dicofol). Esta seção apresenta um resumo de cada inventário de POP usado para a atualização do NIP, considerando sua produção histórica, atual e projeções futuras, aplicação, importação e exportação, estoque e gestão de resíduos de POPs e produtos contendo POP. Além disso, traz um panorama sobre a ocorrência desses POPs no território brasileiro e sobre a política e o marco regulatório existente para cada POP avaliado.

2.3.1. Avaliação de POPs agrotóxicos (Anexo A, Parte I)

Historicamente, o Brasil produziu, importou e utilizou agrotóxicos POPs em escala industrial e, durante o século passado (início da década de 1940 até o final da década de 1990), os agrotóxicos POPs foram utilizados para atividades agrícolas e campanhas de saúde pública no país (MMA, 2015a). A maioria dos agrotóxicos POPs foi usada legalmente pela última vez para combater doenças transmitidas por insetos na década de 1990, quando o Brasil proibiu seu uso em campanhas de saneamento em 1998 (BRAZIL, 1998). No entanto, a maioria dos agrotóxicos POPs já havia sido banida para atividades agrícolas em 1985 (BRAZIL, 1985). Atualmente, todos os agrotóxicos POPs são proibidos no Brasil. O Brasil não fez uso das exceções específicas aprovadas pela COP para Mirex, Endossulfan e Lindano.

Considerando que as questões de agrotóxicos POP foram amplamente abordadas no Brasil, seus inventários não foram atualizados neste momento, estando sua avaliação inicial disponível no NIP-Brasil-2015 (MMA, 2015b). O acompanhamento dos Planos de Ação estabelecidos no NIP-Brasil-2015 para agrotóxicos POPs é apresentado no Capítulo 2.4. No entanto, para garantir que esse tema não seja mais relevante no país e que as disposições da Convenção de Estocolmo tenham sido integralmente atendidas,

recomenda-se a revisão e atualização dos inventários de agrotóxicos POPs no Brasil para a próxima atualização do NIP. Por outro lado, para os agrotóxicos POPs listados após a transmissão do NIP-Brasil-2015 ao Secretariado da Convenção de Estocolmo, recentemente foram desenvolvidos inventários nacionais e suas avaliações são apresentadas nesta seção. Além disso, a avaliação nacional revisada de PFOS, seus sais e PFOSF, que está relacionada ao uso de agrotóxicos no Brasil, é apresentada no subcapítulo 2.3.3.

2.3.1.1. Avaliação de Pentaclorofenol - PCP (Anexo A)

PCP no âmbito da Convenção de Estocolmo

Em 2015, a Convenção de Estocolmo decidiu pela inclusão do PCP, seus sais e ésteres (Na-PCP, PCP-L, PCA) no Anexo A, com exceções específicas para sua produção e uso em postes e cruzetas. Sua toxicidade está relacionada à atividade de inibição das enzimas envolvidas na fosforilação oxidativa, bem como da sulfotransferase (SEILER, 1991). Além deste principal modo de ação, também foram descritos efeitos adversos como a interferência endócrina e a indução de danos ao fígado e aos rins. Além disso, os PCPs também foram classificados pela Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer como Grupo 1, ou seja, substância cancerígena (IARC, 2016). Eles também são considerados compostos ambientalmente persistentes e que podem ser potencialmente tóxicos para humanos e animais (ATSDR, 2001).

Vários países produziram PCP, seus sais e ésteres no passado, entre eles Brasil, China, e a antiga Tchecoslováquia e União Soviética. Estes compostos também foram produzidos por países da UE (Dinamarca, França, Alemanha, Polônia, Espanha, Suíça e Reino Unido), que encerraram a produção de PCP e seus sais em 1992, e PCP-L em 2000 (UNEP, 2017b). Atualmente, o PCP é produzido no México (6600 toneladas/ano) e sua formulação é feita nos Estados Unidos, enquanto na Índia são produzidas 1800 toneladas de Na-PCA anualmente (UNEP, 2014a; 2017b).

No passado, a aplicação do PCP e seus sais e ésteres era generalizada nos setores agrícola e industrial, inclusive na produção têxtil, na indústria de tintas e na perfuração de petróleo (CANADÁ, 2012). Além de sua principal aplicação, o PCP, Na-PCP e PCP-L foram utilizados até os anos 80 como moluscidas no controle da esquistossomose, como inseticidas, no tratamento e prevenção contra cupins, como bactericidas, algicidas, herbicidas, como conservantes em tintas, amidos, colas e adesivos, e foram aplicados na síntese de produtos farmacêuticos (SEILER, 1990; UNEP, 2017b). Atualmente PCP e Na-PCP ainda são utilizados no setor industrial para a preservação

de madeira para a fabricação de postes, travessas e para a construção não residencial, por outro lado, segundo a UNEP (2017b), em 2014 nenhum país utilizou o composto PCP-L.

Situação do PCP no Brasil

No Brasil, produtos contendo PCP e seus derivados foram utilizados como agrotóxicos, com uso doméstico e aplicação na agricultura, e na indústria. (KUSSUMI *et al.*, 2004). O Na-PCP é comumente conhecido no Brasil como "Pó da China". Devido ao reconhecimento do potencial tóxico desses compostos, a aplicação do PCP como agroquímico foi proibida no Brasil pela Portaria do Ministério da Agricultura nº 329, de 02 de setembro de 1985. Posteriormente, seu uso foi proibido em campanhas de saúde pública e também para uso domissanitário pelo Ministério da Saúde (Portaria nº 11 de 08 de janeiro de 1998), mantendo-se apenas seu uso específico como preservativo de madeira. Em 2006, o uso do PCP como conservante de madeira também foi proibido no Brasil (resolução: RDC 164/2006). No contexto ambiental, a Instrução Normativa do IBAMA nº. 132, de 10 de novembro de 2006, também adotou medidas para restringir o uso continuado de PCP e seus sais em território brasileiro.

O IBAMA considerou as avaliações que apontaram tais compostos como disruptores endócrinos, apresentando alta persistência no ambiente, solubilidade na água, alta toxicidade (fígado e rim) para animais e humanos, e a presença de outros contaminantes (por exemplo, dioxinas e HCB) como subprodutos de sua síntese. De acordo com o regulamento, novos registros e licenças de importação de ingredientes ativos e produtos contendo PCP e seus sais foram negados. Além disso, também estava prevista no regulamento a proibição, a partir de 30 de março de 2007, da comercialização em embalagens de todos os produtos listados em seu Anexo I. De acordo com o regulamento, a comercialização dos produtos listados no Anexo I era permitida somente aos usuários identificados até 30 de junho de 2007. O regulamento também prevê prioridade na análise de aplicações e renovação de registros de produtos que substituem compostos contendo PCP e seus sais. Todos os produtos registrados no Anexo I como preservativos de madeira já substituíram o Na-PCP como seu ingrediente ativo. De acordo com as informações divulgadas pelas empresas, atualmente nenhum produto contém PCP e seus sais e ésteres.

Produção uso e estoques de PCP

Um total de 10 associações industriais e 137 empresas individuais envolvidas no processamento e comercialização de madeira tratada, curtimento de couro e setor

químico foram contatados por meio de ofícios enviados pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Apenas seis das instituições selecionadas responderam ao questionamento, informando que não utilizam ou produzem PCP atualmente, e que não têm conhecimento sobre a ocorrência de estoques e áreas contaminadas (MMA, 2020a).

No entanto, duas instituições consultadas para outros inventários de POP enviaram informações sobre contaminação por PCP referente a uma antiga unidade de produção deste composto e outros organoclorados na Baixada Santista, São Paulo. De fato, segundo Arruda Júnior (2004), na década de 1960 a empresa Rhodia S/A operava dentro de outra empresa chamada Carbocloro, produzindo PCP no município de Cubatão, São Paulo (MMA, 2020a). A produção estimada de PCP e Na-PCP entre o final da década de 1960 e 1982 foi de 22.200 toneladas, sendo importadas no mesmo período outras 2.000 toneladas (ALMEIDA *et al.*, 2007). Mais tarde, em 1984, foi divulgado que havia 11 lixões clandestinos utilizados para o descarte de organoclorados tóxicos de produtos como hexacloretano (C₂Cl₆), HCBD (C₄Cl₆) e HCB (C₆Cl₆) no entorno da empresa Rhodia S/A (SILVA, 1998; ARRUDA JÚNIOR, 2004; ALMEIDA *et al.*, 2007; MMA, 2015b). Em 1993, a planta de produção de PCP e seu incinerador foram fechados após a contaminação por PCP, HCB e outros compostos organoclorados terem sido encontrados nos solos e lençóis freáticos circundantes (ALMEIDA *et al.*, 2007; MMA, 2020f).

De acordo com informações prestadas ao MMA, após a remediação dos solos e águas subterrâneas contaminados da área, a CETESB emitiu em setembro de 2017 um parecer técnico informando a área como reabilitada (MMA, 2020a). Segundo o relatório enviado ao MMA confirmou o manejo inadequado dos resíduos no momento da produção de PCP no município de Cubatão, citando a existência de áreas altamente contaminadas com PCP e HCB, sendo as áreas potenciais fontes de contaminação na região. Outro documento, elaborado pela Associação de Combate aos Poluentes (ACPO) e encaminhado ao Ministério Público Federal, descreve a ocorrência de "lixões tóxicos" contendo PCP e outros contaminantes na região metropolitana da Baixada Santista (MMA, 2020a). De acordo com o documento, vários produtos químicos tóxicos foram armazenados clandestinamente no período entre o final da década de 1970 e o início da década de 1980 na área, e parte desses resíduos foi posteriormente armazenado em mag-sacs (recipientes de polietileno contendo cerca de uma tonelada de resíduos). Segundo o documento, os laudos da CETESB confirmaram a ocorrência nos "lixões químicos tóxicos" de concentrações de PCP que variam de 2.000 a 36.800 mg kg⁻¹ (MMA, 2020a).

Além de relatos de contaminação decorrentes de uso passado, foram investigados os atuais 41 produtos com ação inseticida, fungicida e inseticida/fungicida comercializados para tratamento de madeira (IBAMA, 2019), revelando que nenhum produto contém PCP e seus sais e ésteres como ingredientes ativos (MMA, 2020a).

Comércio de PCP

Para o período entre 1989 e 1996, foi possível identificar dois códigos aduaneiros relacionados ao PCP, seus sais e ésteres — NBM 2908100201 e NBM 2908100299 — ambos correspondem aos dois códigos adotados a partir de 1997: NCM 29081100 ("PCP (ISO) e seus sais") e NCM 29081919 ("outros derivados halogenados e seus sais, contendo cloro"). De 1989 a 1996, um total de 674.600 quilos líquidos foram importados sob ambos os NBMs (MMA, 2020a).

Em relação às NCMs, foram selecionados os seguintes códigos específicos: NCM 29081016 ("PCP e seus sais"), NCM 38083025 ("herbicida à base de PCP/seus sais, etc.") e NCM 29081100 ("PCP (ISO) e seus sais"), sendo as importações das duas primeiras descontinuadas nos anos de 2007 e 2004, respectivamente. Houve também uma importação de 20 toneladas de produtos utilizando a NCM 29081100 no ano de 2007, que passou a ser zero nos anos seguintes. O pico de importação no Brasil (mais de 1.500 toneladas) ocorreu em 1998 para a NCM 38083025, mesmo ano que registrou o maior volume de exportação de compostos derivados de PCP para esta NCM, chegando a quase 1300 toneladas. De acordo com a base de dados, a exportação desta NCM foi descontinuada em 2006. A exportação da NCM 29081100 também foi registrada entre os anos de 2011 e 2014, porém, com valores extremamente baixos (0,003 a 0,12 toneladas) (MMA, 2020a). Os dados de comercialização internacional de PCP encontram-se resumidos na Tabela 9.

Além da busca no banco de dados de comércio exterior brasileiro, também foram solicitadas informações de importação ao IBAMA, por se tratar de órgão anuente da NCM 29081100. Segundo a agência, nos anos de 2017 e 2018, foram importados 0,1 g ano⁻¹ de PCP (MMA, 2020a).

Tabela 9: Balanço comercial (importação e exportação em quilograma líquido) de produtos registrados sob os códigos NCMs: 29081016 - pentaclorofenol e seus sais; 29081100 - pentaclorofenol (ISO) e seus sais; e 38083025 - Herbicida à base de pentaclorofenol / seus sais, no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2019.

NCM 29081016			NCM 29081100		NCM 38083025	
Ano	Importação	Exportação	Importação	Exportação	Importação	Exportação
1997	192.350	-	-	-	578.917	1.033.650
1998	172.000	-	-	-	1.550.204	1.296.700
1999	288.001	-	-	-	160.212	210.760
2000	264.000	-	-	-	166.611	407.875
2001	270.000	-	-	-	53.280	468.012
2002	239.575	-	-	-	26.640	210.243
2003	290.001	-	-	-	43.718	203.914
2004	240.000	-	-	-	65.775	218.632
2005	414.600	-	-	-	-	109.727
2006	186.400	-	-	-	-	264.000
2007	-	-	20.000	-	-	-
2008	-	-	0	-	-	-
2009	-	-	0	-	-	-
2010	-	-	0	-	-	-
2011	-	-	0	118	-	-
2012	-	-	0	3	-	-
2013	-	-	0	22	-	-
2014	-	-	0	6	-	-
2015	-	-	0	-	-	-
2016	-	-	0	-	-	-
2017	-	-	0	-	-	-
2018	-	-	0	-	-	-
2019	-	-	0	-	-	-
Total	2.556.927	-	20.000	149	2.645.357	4.423.513

Fonte: Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>).

Ocorrência de PCPs no Brasil

Na revisão da literatura, foram selecionados nove estudos relatando contaminação por PCP em amostras brasileiras. Destas, três publicações mencionaram a ocorrência de PCP em amostras biológicas e seis referiram-se ao ambiente abiótico. Apenas uma publicação relacionada ao tema foi encontrada na plataforma CAPES para teses e dissertações. Outras duas publicações, inicialmente não detectadas devido à ausência de menções a PCPs no título, resumo e palavras-chave, foram ainda incluídas (MMA, 2020a).

As publicações relatando PCPs em matrizes abióticas abrangeram poeira residencial, solos e águas subterrâneas de áreas industriais, aterros sanitários e locais de despejo de resíduos químicos. Um estudo também analisou águas superficiais ribeirinhas e sedimentos (DEL GRANDE; REZENDE; ROCHA, 2003; CODOGNOTO *et al.*, 2004; NASCIMENTO *et al.*, 2004; AIROLD *et al.*, 2005; MACHADO *et al.*, 2005; POHREN *et al.*, 2012). A maioria dos estudos foi realizada no estado de São Paulo, e um deles no Rio Grande do Sul. Apenas uma publicação sobre PCAs foi encontrada, analisando sedimentos de superfície marinha e material particulado no estado do Rio de Janeiro (GALVÃO *et al.*, 2014).

Os estudos em amostras bióticas envolveram um estudo epidemiológico utilizando amostras de sangue no Rio Grande do Sul (PICCOLI *et al.*, 2016), outro analisando plasma sanguíneo de anuros em áreas agrícolas de Mato Grosso (MOREIRA *et al.*, 2012), um estudo com peixes ribeirinhos da região amazônica (GUIDA *et al.*, 2018), e por último um estudo com mexilhões marrons do Rio de Janeiro (GALVÃO *et al.*, 2015). Todos os estudos relataram PCAs nas amostras analisadas.

2.3.1.2. Avaliação do Dicofol (Anexo A)

Dicofol na Convenção de Estocolmo

O Dicofol é um agrotóxico organoclorado usado principalmente como acaricida. Composto por dois isômeros: *p,p'*-Dicofol e *o,p'*-Dicofol. O produto técnico (95% puro), com aspecto viscoso na forma de óleo marrom, é composto principalmente pelo isômero *p,p'*-Dicofol (80-85%), com uma pequena fração do isômero *o,p'*-Dicofol (15-20%) e até 18 impurezas relatadas. A forma mais pura de Dicofol (> 95% de pureza) geralmente contém menos de 0,1% de DDT e seus compostos relacionados (Σ -DDT, ou seja, DDT, DDE e DDD) (WHO, 1996). Os usos pretendidos do Dicofol abrangem frutas, legumes, plantas ornamentais, culturas de campo, algodão, plantações de árvores de

Natal e edifícios e estruturas ao ar livre não agrícolas (USEPA, 1998, LI *et al.*, 2014).

O Dicofol pode ser fabricado pela hidroxilação do DDT, ou diretamente sem isolamento do DDT pela reação do tricloroacetaldeído com monoclorobenzeno na presença de oleum (SO₃ e H₂SO₄), seguido de desidrocloração, cloração e hidrólise (VAN DE PLASSCHE *et al.*, 2003). Em vários países existem regulamentações sobre o conteúdo de DDT no Dicofol comercial. No entanto, há evidências de que a produção nem sempre atende aos limites de DDT, podendo ser comercializados produtos com teor de DDT superior ao permitido (VAN DE PLASSCHE *et al.*, 2003). Isso significa que a produção e uso de Dicofol também pode ser uma fonte de emissão de DDTs.

O Dicofol é persistente em corpos d'água e solos com baixo pH (USEPA, 1998, 2009). Além disso, o Dicofol foi detectado em camadas profundas de sedimentos que datam de várias décadas (ZHONG *et al.*, 2012). Seus metabólitos e produtos de degradação também são persistentes no meio ambiente, às vezes até mais do que o próprio Dicofol (UNEP, 2016). Com base em modelos, é possível prever que o Dicofol tem potencial para transporte de longo alcance e pode ser capaz de enriquecimento no Ártico. Também parece ser um desregulador endócrino em peixes e aves e tóxico para mamíferos (BISHNU *et al.*, 2009; UNEP, 2016).

Devido às suas propriedades tóxicas, persistentes, bioacumuláveis e de ampla dispersão ambiental, o Secretariado da Convenção de Estocolmo decidiu, em 2019, listar o Dicofol como um POP no Anexo A. A produção e o uso de Dicofol nos países signatários devem ser proibidos, sem exceções específicas.

Dicofol no Brasil

No Brasil, o Dicofol foi usado como acaricida para culturas de algodão, citros e maçã. No entanto, esse uso foi proibido após o registro do uso do Dicofol como agrotóxico ter sido retirado em 2015 (BRAZIL, 2016).

Produção de Dicofol

O MMA encaminhou uma consulta a 63 instituições sobre produção, uso e comercialização do Dicofol (MMA, 2020k). Duas empresas responderam com informações relevantes. A primeira relatou que possuía registro de produto Dicofol, mas afirmou que não produz, não importa e que não comercializa o produto. A segunda empresa informou ter importado, produzido e comercializado produtos à base de Dicofol (MMA, 2020b). A empresa informou que importava Dicofol técnico

para produzir agrotóxicos comerciais, mas todos os registros foram cancelados em setembro de 2015.

Em 2016, o Brasil informou ao Secretariado da Convenção de Estocolmo que o país não estava mais entre os países produtores de Dicofol (MMA, 2020b). Com base em acordo entre o Ministério Público Federal e produtores locais, a produção nacional de Dicofol foi interrompida em 2014, por meio de ação judicial (MMA, 2020b). Os registros para os seis (6) produtos à base de Dicofol (sendo dois - 2- produtos técnicos e quatro -4- produtos formulados) foram então suspensos em 2015, depois que os estoques restantes foram devidamente descartados. O Brasil também informou que foram produzidas 90 toneladas de produtos à base de Dicofol entre 2010 e 2011. A produção diminuiu para 32 toneladas em 2012 e 18 toneladas em 2013, sendo esse o último ano em que o Dicofol foi produzido no país (MMA, 2020b).

No entanto, o exame do banco de dados do Sistema Eletrônico de Notificação de Agrotóxicos do IBAMA mostra que as informações acima relatadas ao Secretariado não são de produção nacional, mas, sim, de vendas nacionais de Dicofol (MMA, 2020b). A produção de Dicofol no Brasil cessou de fato em 2012 e, entre 2010 e 2012, foram produzidas 231 toneladas de Dicofol como princípio ativo (MMA, 2020b).

Comércio de Dicofol

De 1989 a 1996, o comércio exterior de Dicofol foi rastreado sob um código NBM específico (2906290300). A partir de 1997, o código mudou para um NCM específico (29062920). A consulta realizada no banco de dados Comex Stat revelou que o Brasil importou cerca de 3.665 toneladas de Dicofol entre 1989 e 1996 (MMA, 2020b). Não há registro de exportações neste período. De 1997 a 2019, foram importadas aproximadamente 2.973 toneladas de Dicofol, provenientes principalmente da Espanha, Israel e Itália (MMA, 2020b). Vale ressaltar que há duas importações da Índia a partir de 2015. Em 2018, o Brasil importou 3 toneladas de Dicofol da Índia e no primeiro semestre de 2020, 1,6 toneladas. Houve também a exportação de 23,7 toneladas de Dicofol para a Argentina e 28 kg para os Estados Unidos entre 1997 e 2019 (MMA, 2020b).

Em relação às vendas internas de Dicofol, foi consultado o banco de dados do IBAMA. Mais de 90% de todas as vendas de Dicofol foram nos estados do Sudeste. Mais especificamente em São Paulo (221,5 toneladas - 78%) e em Minas Gerais (45,5 toneladas - 16%). Além destes, Paraná (11 toneladas - 4%) e Goiás (7 toneladas - 2%) também se destacaram no consumo de Dicofol de 2009 a 2014. Os estados de Alagoas,

Bahia, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul também figuram entre os estados em que o Dicofol foi comercializado durante estes anos. Entretanto, suas participações são inferiores a 1% do total de Dicofol comercializado no Brasil.

A comercialização do Dicofol, a partir do controle das vendas internas pelo IBAMA, sugere que o Brasil comercializou internamente uma quantidade muito próxima da quantidade produzida nacionalmente, sendo 227,5 toneladas entre 2009 e 2014. Entretanto, existem dados de importação de Dicofol desde o final dos anos 80, tendo sido reportadas também nos anos de 2018 e 2020.

Estimativas de Dicofol no Brasil

Com base nos valores de importação, exportação e produção nacional, é possível estimar que nos últimos 30 anos (1989-2019) a quantidade total de Dicofol utilizada no Brasil foi de aproximadamente 6.845 toneladas (MMA, 2020k).

Ocorrência de Dicofol no Brasil

Alimentos

O primeiro relatório encontrado sobre a ocorrência de Dicofol no Brasil foi uma tese de mestrado defendida em 2007, que visava avaliar a ação da vigilância sanitária em relação à redução da concentração de resíduos de agrotóxicos em morangos produzidos na região serrana do Rio de Janeiro (RJ) (SAEGER, 2007). Embora o estudo em si não tenha quantificado a presença de Dicofol, foi relatado que em 2005, duas das 18 amostras (11%) de morangos da região serrana do Rio de Janeiro (RJ) deram positivo na análise qualitativa para a presença de Dicofol, apesar de, no Brasil, o uso do Dicofol nunca ter sido permitido nas plantações de morango. O Dicofol só foi permitido no Brasil para aplicações foliares em plantações de algodão, cítricos e maçãs (ANVISA, 2020a - <http://antigo.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/excluidas>).

Outros estudos, como os publicados por Caldas & Souza (2004) e Ferreira *et al.*, (2018), avaliaram o impacto dos resíduos de Dicofol, medido pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA), sobre os valores de ADI. Estes estudos não foram inicialmente contabilizados no processo de revisão sistemática. Entretanto, vale notar que ambos os estudos relataram um excesso da DDA baseado no consumo médio nacional de alimentos e nos Limite Máximo de Resíduos (LMRs) brasileiros (CALDAS & SOUZA, 2004; FERREIRA *et al.*, 2018).

Analisando os dados disponibilizados pelo PARA, de 2001 a 2012 vários alimentos foram reprovados devido à presença de Dicofol em culturas para as quais sua aplicação não foi permitida. Neste período, amostras de mamão, morango, tomate, alface, pimentão, pepino, abacaxi e cenoura foram reprovadas por terem quantidades detectáveis de Dicofol. As culturas em que o Dicofol foi detectado com maior frequência foram as culturas para as quais sua aplicação era permitida, tais como maçã e laranja, em que a detecção de Dicofol ocorria até o ano de 2015 em ambas. Entretanto, o Limite Máximo de Resíduos (LMR) não foi excedido para ambas as culturas. O LMR adotado para o Dicofol era de 5 mg kg^{-1} para as culturas de maçã e cítricos e $0,01 \text{ mg kg}^{-1}$ para o algodão.

Kolberg *et al.* (2011), publicaram um estudo sobre o desenvolvimento de um método multirresíduos rápido para a determinação de agrotóxicos em amostras secas. Após a validação do método, os autores analisaram um total de cinco amostras de trigo, farinha branca e farelo. Apenas uma amostra de trigo mostrou concentração de Dicofol acima do limite de quantificação do método. Entretanto, o Dicofol nunca teve uma aplicação permitida para esta cultura.

Alves *et al.* (2012), também em um estudo metodológico, comparando diferentes técnicas para a determinação de resíduos de agrotóxicos em amostras de óleo essencial cítrico, relataram que uma amostra de óleo essencial de laranja continha até mais de 35 mg L^{-1} de Dicofol. Este valor é sete vezes maior do que o LMR de Dicofol para a cultura da laranja.

Avancini *et al.* (2013), com o objetivo de determinar a concentração de resíduos de agrotóxicos organoclorados em amostras de leite pasteurizado do estado de Mato Grosso do Sul, pesquisou a presença dessas substâncias no leite. Os resíduos de Dicofol (média de $5,11 \text{ ng g}^{-1}$ e uma faixa de $2,75$ a $9,61 \text{ ng g}^{-1}$ de peso lipídico) foram quantificados em 14 das 100 amostras de leite pasteurizado. Nem o LMR brasileiro (100 ng g^{-1}) nem o LMR europeu (20 ng g^{-1}) para o Dicofol foram atingidos. O fato de que os resíduos de Dicofol foram relatados abaixo do LMR em tais amostras não significa que este resultado não deva ser interpretado com cautela em relação à exposição humana, especialmente quando se leva em conta que para outros agrotóxicos organoclorados o LMR foi excedido e tais compostos podem apresentar efeitos sinérgicos em relação aos danos à saúde humana. Aqui vale mencionar outro estudo, que embora não tenha sido incluído na seleção de revisão sistemática por não ter relatado a ocorrência do próprio Dicofol em amostras brasileiras, relata que o processo de lavagem não é suficiente para remover completamente os resíduos de Dicofol das amostras de laranja tratadas com este agrotóxico (RIBEIRO *et al.*, 2000).

Biota

O único estudo que avaliou a presença de Dicofol acima do limite de quantificação em amostras biológicas brasileiras foi o estudo realizado por Sánchez-Sarmiento *et al.* (2016). Neste estudo, os autores avaliaram a ocorrência de agrotóxicos organoclorados em amostras de fígado e gordura de tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) de três regiões do Brasil. Um total de 64 amostras de tartarugas verdes, capturadas na Praia Grande e Ubatuba, São Paulo, e Vitória, Espírito Santo, foram analisadas. Os resíduos de Dicofol foram quantificados em 15 amostras de fígado e 16 de gordura de tartarugas verdes, nove das quais foram capturadas em Vitória, seis em Praia Grande e uma em Ubatuba. Nas amostras de fígado, as concentrações de Dicofol foram de $8,9 \pm 20,6$ ng de peso lipídico g^{-1} . Nas amostras de gordura, as concentrações de Dicofol foram de $81,7 \pm 325,4$ ng g^{-1} de peso lipídico.

Ar

Em um estudo recente, Rauert *et al.* (2018), relataram pela primeira vez a presença de indicadores Dicofol no ar atmosférico na região da América Latina e Caribe. Entre os nove locais monitorados em sete países da região, dois pontos de amostragem estavam no Brasil. O monitoramento foi realizado entre os anos de 2014 e 2015. O ponto localizado no município de São José dos Ausentes, Rio Grande do Sul, foi considerado um ponto de controle, enquanto o ponto localizado no município de São Luís, Maranhão, foi considerado um ponto urbano.

Os indicadores Dicofol, ou seja, seus produtos de degradação, foram quantificados apenas no município de São Luís. No ano de 2014, a presença do isômero p,p'-DCBP foi verificada nos dois últimos períodos de amostragem (Jun-Sep: $3,9$ pg m^{-3} e Set-Dez: $4,6$ pg m^{-3}). No ano de 2015, somente os dois primeiros períodos de amostragem foram monitorados em São Luís e as concentrações de p,p'-DCBP foram de $3,3$ pg m^{-3} (Dez-Mar) e $2,1$ pg m^{-3} (Mar-Jun).

A presença de Dicofol não era esperada em uma área urbana. Entretanto, os autores sugeriram que as concentrações únicas do isômero p,p'-DCBP podem ter origem em fontes de emissões secundárias, tais como evaporação do solo ou da água, ou mesmo outros precursores químicos, tais como DDT, clorobanzilato ou cloropropilato. A proporção de isômeros o,p'-DDT/p,p'-DDT também reforçou o uso da formulação técnica do DDT nesta região. Portanto, não se pode dizer que a presença do indicador Dicofol medido nas amostras de ar atmosférico em São Luís, tem sua origem na aplicação direta do Dicofol.

2.3.2. Avaliação de Bifenilas Policloradas - PCBs (Anexo A, Parte II)

Embora o Brasil tenha trabalhado ativamente para atender às disposições da Convenção de Estocolmo sobre PCBs, o inventário nacional de PCBs não foi revisado/atualizado dentro deste projeto de atualização do NIP e informações básicas podem ser encontradas em documento elaborado pelo MMA (MMA, 2015b).

O gerenciamento e a regulamentação de Bifenilas Policloradas vêm sendo tratados no Brasil desde 1981, a partir da publicação da Portaria Interministerial MIC/MI/MME nº 19, de 29 de janeiro daquele ano, que proibiu a fabricação, a comercialização e o uso de PCB no Brasil. Além desta Portaria, foram publicados os seguintes regulamentos:

- Instrução Normativa SEMA/STC/CRS nº 01, de 1983, que disciplinou o manuseio, o armazenamento e o transporte de PCB e seus resíduos;
- Norma ABNT NBR 8371, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), elaborada pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade em 1984, revisada em 1997 e 2005, cujo objetivo é descrever os ascaráveis (PCBs) para transformadores e capacitores, suas características e riscos, e estabelecer orientações para seu manuseio, acondicionamento, rotulagem, armazenamento, transporte, procedimentos para equipamentos em operação e destinação final; e
- Lei nº 14.250, de 25 de novembro de 2021, que dispõe sobre a eliminação controlada de materiais, de fluidos, de transformadores, de capacitores e de demais equipamentos elétricos contaminados por bifenilas policloradas (PCBs) e por seus resíduos.

Do ponto de vista técnico, o NIP-Brasil-2015 refere-se a um estudo publicado em 2000 que estimou a existência total de 130.000 toneladas de PCBs no Brasil, pertencentes principalmente ao setor elétrico e outros grandes setores industriais e comerciais (MMA, 2015b). Em 2009, a ANEEL realizou um inventário baseado em levantamento, que compreendeu 75 concessionárias de transmissão de energia elétrica e 64 concessionárias de distribuição de energia elétrica. Esse inventário estimou que cerca de 80% dos PCBs existentes no Brasil estariam no setor elétrico, representando um volume de 2.665 toneladas de óleos líquidos contaminados com PCBs.

Em 2015, o MMA publicou outra pesquisa (realizada de 2012 a 2013) para avaliar estoques de PCBs, equipamentos existentes em operação e fora de uso que contenham PCBs, em outros setores fora do setor elétrico. Incluiu grandes áreas de risco, como escolas, shopping centers, hospitais e universidades de acordo com as prioridades estabelecidas no Anexo A, Parte II da Convenção de Estocolmo (áreas povoadas). A

amostra foi composta por 3.339 itens, identificando 1.904 itens com contaminação por PCBs com 823,8 toneladas de óleo suspeitos de contaminação por PCBs. Aproximadamente 80% de todos os equipamentos inventariados foram encontrados nos estados de São Paulo (56%), Minas Gerais (15%) e Espírito Santo (8%) (MMA, 2015a)

De acordo com o Anexo A (Eliminação), Parte II da Convenção de Estocolmo, as Partes da Convenção são obrigadas a eliminar o uso de equipamentos elétricos e óleos contendo PCBs até 2025 e gerenciar esses resíduos usando técnicas e práticas ambientalmente adequadas até 2028. Com base nas estimativas dos setores detentores de PCBs, estimou-se que pelo menos 51.516 toneladas de equipamentos contaminados com PCBs ainda precisam ser eliminados antes de 2028. Também foi estimado uma quantidade de óleo contaminado com PCB de 15.455 toneladas, incluindo resíduos sólidos permeáveis de materiais capazes de absorver PCBs, como papel, cartões, madeira e outros elementos construtivos de transformadores e capacitores. Isso é consistente com o número estimado de transformadores elétricos no país, de cerca de 8,1 milhões de unidades, assumindo que, até 2020, 70% pertence às companhias elétricas e os 30% restantes a grandes indústrias e terceiros. Considerando que outros países da região da América Latina e Caribe apresentam 6% de transformadores elétricos contaminados com PCBs, estima-se que 486.000 transformadores contaminados com PCBs precisam ser eliminados ou descartados de forma ambientalmente adequada no Brasil.

Recentemente, um avanço notável tem sido a gestão ambiental integrada de PCBs, que foi alavancada com a implementação do Projeto PNUD/GEF PCBs 63774⁹ "Estabelecimento de Sistema de Gestão e Descarte de Resíduos de PCBs no Brasil"¹⁰, iniciativa formulada de acordo com a "Plano de Ação NIP para PCBs" incluído no NIP-Brasil-2015. A implementação do projeto começou em 2009 e foi concluída em 2019, o que contribuiu para o fortalecimento das estruturas governamentais e regulatórias para a gestão adequada de PCBs, o desenvolvimento da capacidade nacional de pessoal técnico e a execução de cinco projetos de demonstração para a gestão ambientalmente adequada de PCBs, por meio do desenvolvimento de inventários-piloto de PCBs em empresas do setor elétrico. O projeto também entregou o Manual de Gestão para PCB, publicado recentemente pelo MMA.

É importante destacar que uma nova iniciativa foi aprovada pelo GEF em 2021. O Projeto BRA/21/G31 "Destruição ambientalmente adequada de PCBs no Brasil" proporcionará Benefícios Ambientais Globais em termos de redução e descarte/

⁹ <https://www.thegef.org/projects-operations/projects/3282>

¹⁰ <https://www.thegef.org/projects-operations/projects/10368>

destruição e prevenção de produtos químicos de preocupação global, eliminando 15.000 toneladas de resíduos contaminados com PCBs e beneficiando diretamente os 211,7 milhões de habitantes do país. Este Projeto deve resultar na totalidade das atividades de inventário, incluindo cálculos de volume, remoção, descontaminação e disposição final de equipamentos elétricos e resíduos identificados como contaminados por PCBs. A iniciativa integra planejamento técnico, operacional, econômico-financeiro, definição dos critérios de escolha e implantação de Melhores Técnicas Disponíveis e Melhores Práticas Ambientais (BAT/BEP - sigla em inglês), levando em consideração as metodologias disponíveis e os critérios ambientais e de segurança para autossuficiência e recuperação.

O país tem realizado iniciativas relevantes para melhorar a gestão e eliminação de PCBs, pois representam riscos para os trabalhadores, a saúde pública e o meio ambiente em caso de vazamentos, falhas elétricas e incêndios. Assim, os Ministérios do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e de Minas e Energia (MME), publicaram a Portaria Interministerial MMA/MME nº 107, de 25 de abril de 2022, que disciplina a eliminação controlada de Bifenilas Policloradas (PCBs), aprova o Manual de Gestão de PCB para equipamentos elétricos e implementa o Sistema Inventário Nacional de PCB. As ações visam sanar importantes desafios no que diz respeito à gestão de substâncias químicas no Brasil; um dos aspectos ambientais e financeiros é o logístico, tendo em vista as longas distâncias entre os estoques de PCBs em relação aos locais das empresas de eliminação/destruição e a grande utilização do transporte rodoviário. Mais informações podem ser encontradas no acompanhamento dos Planos de Ação estabelecidos no NIP-Brasil-2015 para PCBs, apresentados no Capítulo 2.4.

2.3.3. Avaliação dos POP-PBDE (anexo A), HBB (anexo A, parte I) e HBCD (anexo A, parte I e parte VII)

2.3.3.1. PBDEs na Convenção de Estocolmo (c-pentaBDE e c-octaBDE)

Para o processo de atualização do NIP, o inventário nacional de PBDEs (MMA, 2015b) foi revisado e atualizado de 2015 a 2020. (MMA, 2020c). Os PBDEs pertencem a uma classe de compostos que são amplamente utilizados como retardantes de chama em uma variedade de materiais. Esses compostos são encontrados em diversos componentes bióticos ao redor do planeta, atingindo até áreas remotas (RAHMAN *et al.*, 2001).

PBDEs podem ter de um a dez átomos de bromo em suas moléculas. Esses átomos variam não apenas em número, mas também na posição que ocupam nos anéis difenil.

Por essa razão, existem 209 possíveis congêneres de PBDE. Eles são classificados em grupos homólogos com base no número de átomos de bromo e são identificados por prefixos numéricos (USEPA, 2010; ANNUNCIACÃO *et al.*, 2018; RAHMAN *et al.*, 2001). As misturas comerciais (c-) têm sido predominantemente compostas por c-pentaBDE, c-octaBDE e c-decaBDE, e podem variar na composição de congêneres (LA GUARDIA *et al.*, 2006; PESTANA & BORGES, 2008).

Devido às suas características físico-químicas, os PBDEs têm uma grande variedade de usos. Suas principais aplicações incluem construção civil, eletroeletrônicos, móveis, indústrias têxteis e de carpetes, meios de transporte e reciclagem. Os PBDEs começaram a ser produzidos comercialmente na década de 1970 como retardantes de chama, para serem aplicados pela indústria (IPCS, 1994). Nos anos 2000, havia evidências científicas suficientes dos efeitos deletérios dos PBDE no meio ambiente e na saúde humana, principalmente para misturas de c-pentaBDE e c-octaBDE, para justificar restrições e proibições (UNEP, 2010a).

As misturas comerciais c-pentaBDE e c-octaBDE foram listadas em 2009 no Anexo A da Convenção de Estocolmo, que estabelece a eliminação do uso e produção dessas substâncias. No entanto, os países podem permitir a reciclagem de artigos que contenham ou possam conter PBDEs, bem como o uso e descarte final de artigos fabricados a partir de materiais reciclados que contenham ou possam conter PBDEs, até 2030. O produto comercial c-pentaBDE é uma mistura que possui maior concentração de BDE-47, BDE-99 e BDE-100 (ANNUNCIACÃO *et al.*, 2018). O produto comercial c-octaBDE é uma mistura de vários congêneres, incluindo: BDE-183, BDE-197, BDE-203, BDE-196, BDE-206, BDE-207, BDE-153, BDE-154, BDE-180, BDE-171, BDE-209.

PBDEs no Brasil

A Convenção de Estocolmo proíbe a produção e o uso de c-pentaBDE e c-octaBDE desde a quarta reunião da Conferência das Partes sobre POPs, realizada de 4 a 8 de maio de 2009. Se os signatários solicitarem uma exceção para substâncias relacionadas, como é o caso do Brasil, onde "produtos contendo esta mistura comercial ainda podem ser utilizados e reciclados" até 2030.

Na União Europeia existe a Diretiva 2002/95/EU desde 2003 (com atualizações em 2011 e 2015), conhecida como RoHS (*Restrictions of the use of Certain Hazardous Substances*), que limita entre outras substâncias e elementos o uso de PBDEs em equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE). No Brasil, ainda não há regulamentação

específica restringindo o uso dessas substâncias nos processos de fabricação de equipamentos eletroeletrônicos. Entretanto, a Instrução Normativa nº 1, de 19 de janeiro de 2010 (BRASIL, 2010), que dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens pela Administração Pública Federal, determina em seu artigo 5º:

IV. que os bens não contenham substâncias perigosas em uma concentração acima da recomendada na diretiva RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*), tais como mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cromo hexavalente (Cr(VI)), cádmio (Cd), bifenilas polibromadas (PBBs), éteres difenílicos polibromados (PBDEs).

O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima elaborou uma proposta de Resolução Conama em 2018 relativa ao controle de substâncias notavelmente perigosas em equipamentos eletroeletrônicos - Grupo de Trabalho Brasileiro RoHS, no âmbito da Conasq. Essa proposta ainda não foi apresentada ao Conama, sendo necessário avaliar se ainda seria pertinente publicar Resolução sobre o tema.

Em um estudo realizado com empresas no Brasil, foi identificado que empresas estrangeiras adotaram a RoHS para comercialização na Europa e, expandindo para todos os produtos, independentemente do mercado de atuação. Empresas nacionais, por outro lado, adotaram a diretiva de participação em licitações governamentais de compras sustentáveis (BRESCANSIN *et al.*, 2015). Apesar das restrições ao uso dos compostos, não há impedimento para que as mercadorias antes da proibição continuem a ser usadas e recicladas, e isto pode contribuir para a liberação destes contaminantes no meio ambiente.

Produção de PBDEs

O NIP-Brasil-2015 anterior não identificou a produção de c-penta ou c-octaBDE no Brasil (MMA, 2015b). Para o desenvolvimento dos inventários atuais, o MMA encaminhou consultas a mais de 700 empresas, 26 federações de indústrias, 38 secretarias de meio ambiente e 234 representantes do Conasq (MMA, 2020c). As respostas foram aquém do esperado e nenhuma instituição respondeu com informações relevantes sobre a produção de c-penta ou c-octaBDE. Portanto, misturas de c-penta e c-octaBDE parecem não ter sido produzidas no Brasil.

Comércio de PBDEs

As estatísticas de comércio exterior do Brasil foram acessadas por meio do Comex Stat. Atualmente, os produtos contendo PBDEs não possuem códigos aduaneiros específicos e são comercializados usando códigos genéricos também usados para produtos que não contêm PBDEs (MMA, 2020c). De 1989 a 1996, o comércio exterior foi rastreado usando os códigos da Nomenclatura Brasileira de Mercadorias (NBM). Havia um código NBM para decabromodifenil, provavelmente referindo-se a misturas decaBDE. Apesar da extensa pesquisa, não foram encontrados NCMs ou NBMs específicos para c-penta- ou c-octa-BDE (MMA, 2020c). Segundo ANNUNCIACÇÃO *et al.* (2018), não há registros sobre a produção de retardantes de chama contendo PBDEs no Brasil, e o uso dessas substâncias é realizado por meio de importação.

Uma consulta foi enviada ao IBAMA — instituição anuente para a importação de algumas substâncias controladas pela Convenção de Estocolmo — que informou não ser responsável pela anuência dos PBDEs.

Existem registros de importação para os códigos NCM genéricos, que incluem derivados bromados, derivados halogenados, apenas com bromo e éteres aromáticos, mas eles não podem ser usados com segurança para avaliar o volume real de PBDEs importados para o Brasil (MMA, 2020c). Apesar da falta de dados específicos para importação de misturas comerciais, é provável que um grande número de bens de consumo contendo PBDEs tenha sido importado para o país. Portanto, avaliar a fração de massa de PBDEs em bens de consumo é muito importante para entender a relevância dos PBDEs na gestão de resíduos brasileiros, fluxos de reciclagem e meio ambiente.

Estimativas de PBDEs na fração polimérica de equipamentos eletroeletrônicos e seus resíduos no Brasil

A maior parte das misturas comerciais de PBDE têm sido aplicadas como retardantes de chama em polímeros plásticos de certos equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) e resíduos relacionados (REEE), principalmente em invólucros de tubos de raios catódicos (CRT). Assim, o inventário desses equipamentos no país fornece uma boa estimativa do índice de PBDEs, principalmente para o c-octaBDE (hexa e heptaBDE), que foi a mistura mais utilizada neste tipo de equipamentos (SINDIKU *et al.* 2014; WAEGER *et al.* 2010).

Estimativas de PBDEs em plásticos de monitores e televisores CRT no Brasil

Dentre os equipamentos eletrônicos, TVs e monitores de tubo são conhecidos pela elevada quantidade de PBDEs (WÄGER *et al.* 2010). Para realizar essa estimativa, foi necessário identificar a taxa de ocorrência desses produtos no país, através da comparação a países de similar desenvolvimento econômico e hábito de consumo (UNEP, 2021). Além disso, a "32ª Pesquisa Anual do FGVcia: Uso da TI nas Empresas" (MEIRELLES, 2021) e a "Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios" (PNAD), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram utilizadas para obtenção de dados recentes sobre esses bens de consumo. A PNAD traz indicadores para características gerais dos domicílios, incluindo a posse de bens e serviços, contemplando, por exemplo, a posse de televisão e microcomputadores (ver Tabela 10 para alguns desses bens).

Na PNAD, a diferenciação entre TVs de Tubo e LCD só começou a ser realizada a partir de 2013, quando o uso de CRTs já estava reduzido devido a adoção de TVs de LCD e plasma. A partir de 2015, o número de televisões de tela fina superou o número de televisões de tubo CRT, o número estimado foi de 104,6 milhões de aparelhos (97,1% dos domicílios possuíam ao menos um televisor), sendo aproximadamente metade deles TVs de tubo (44,5% - IBGE, 2013; 2015). De acordo com outra pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (FGV), o número total de televisores no país é estimado em 260 milhões (MEIRELLES, 2020), se considerarmos que as TVs de tubo estão presentes em somente 26% dos domicílios segundo os dados mais recentes (PNADc, 2019), poderíamos fazer uma estimativa de pelo menos 68 milhões de TVs de tubo. Já o total de computadores no país foi estimado em 198 milhões, sendo 102 milhões destes portáteis (Notebooks + Tablets), ou seja, com telas de LCD (MEIRELLES, 2020). Os computadores desktops representam então 92 milhões, se aplicarmos a mesma proporção das TVs CRT:LCD, teríamos 26% de desktops com monitores de tubo (24 milhões). Somando TVs e computadores com monitores CRT, chegaríamos a 92 milhões, ou seja, 0,43 per capita, valor um pouco menor do que o estimado pelo NIP 2015 (0,53 CRT per capita). Este valor é maior do que o médio estipulado para a América Latina (0,36%), porém menor do que o calculado para a América do Norte (1,11%) (GREGORY, 2009).

Seguindo as orientações mais recentes sobre a elaboração de inventários de PBDEs (UNEP, 2021), o tamanho da população brasileira (213.680.044 pessoas), o número estimado de monitores CRT e televisores per capita (0,53), o peso médio (25 kg) e teor de polímeros (30%) dos CRTs e a carga estimada de PBDE ($[0,00047 + 0,00137] / 2$) aplicada nesses produtos foram usados para avaliar a quantidade total de PBDEs

e plásticos impactados no Brasil (MMA, 2020c). A quantidade total de plásticos impactados foi estimada em 849.378,2 toneladas e o conteúdo de c-octaBDEs em plásticos de monitores e televisores CRT no Brasil foi estimado entre 399.208 kg e 1.163.648 kg; em média 781.427,9 kg (MMA, 2020c).

Considerando que atualmente a taxa de reciclagem de REEE no Brasil ainda está abaixo de 3% do total gerado (GREENELETRON, 2021), é possível que a maior parte dos monitores e TVs CRT já tenha sido descartada. Além disso, como no Brasil a maior parte dos resíduos sólidos urbanos é descartada em aterros sanitários ou descartada irregularmente, pode-se esperar que uma quantidade considerável de PBDEs possa ter sido liberada no meio ambiente, principalmente nas proximidades de aterros sanitários e locais de despejo.

Estimativas de PBDEs em plásticos de outros EEE relevantes no Brasil

PBDEs podem estar presentes em diferentes frações de EEE e, portanto, estimativas adicionais devem ser realizadas. O objetivo desta seção é então estimar o volume total de PBDEs em EEE e REEE. Isso requer informações sobre a quantidade de EEE e REEE no país, os polímeros relevantes contidos neste equipamento e a quantidade de PBDEs em cada um desses polímeros. Informações sobre polímeros reciclados e a quantidade de REEE importados são essenciais. No final, o total de PBDEs em EEE e o volume de plástico impactado podem ser calculados (UNEP, 2021).

$$M_{\text{PBDE (i)}} = M_{\text{EEE (j)}} \times f_{\text{Polímero (k)}} \times C_{\text{PBDE (i); Polímero(k)}}$$

Onde: $M_{\text{PBDE (i)}}$ = quantidade de PBDEs (i) em polímero (k) de equipamentos eletroeletrônicos (EEE) (j) expressa em kg;

$M_{\text{EEE (j)}}$ = quantidade de EEE (j) importado, armazenado ou entrando para a cadeia de resíduos, expressa em toneladas;

$f_{\text{Polímero}}$ = fração total do polímero em peso (%);

$C_{\text{PBDE(i); Polímero}}$ = conteúdo de PBDEs (hepta/hexa/BDE) (i) na fração total do polímero [kg/tonelada]

Para o desenvolvimento de um inventário completo, é necessário considerar as principais categorias de bens de consumo contendo PBDEs (Tabela 10). Além disso, o inventário deve abordar as três etapas do ciclo de vida dos EEE: importação de EEE

novos ou usados; EEE em uso ou estocados; e resíduos de EEE (REEE).

Tabela 10: Presença esperada de PBDEs em categorias de equipamentos eletroeletrônicos. Adaptado de UNEP (2021).

Categoria		Presença de PBDEs
1	Grandes eletrodomésticos	<ul style="list-style-type: none">• Não está presente ou em concentrações médias, no mínimo, uma ordem de magnitude abaixo de 0,1% em peso²• Aparelhos de aquecimento em torno de 0,1% em peso
2	Pequenos eletrodomésticos	<ul style="list-style-type: none">• Concentração esperada consideravelmente abaixo de 0,1% em peso
3	Equipamentos de TI e telecomunicações	<ul style="list-style-type: none">• Concentrações médias em monitores de computador CRT acima de 0,1% em peso e em outros produtos abaixo ou em torno de 0,1% em peso
4	Equipamentos de consumo	<ul style="list-style-type: none">• Concentrações médias em TV CRTs e LCD acima de 0,1% em peso e em outros equipamentos em concentrações médias abaixo ou em torno de 0,1% em peso

Fonte: Elaborada pelo Autor

EEE e REEE importados

A entrada de outros EEE relevantes no país foi avaliada usando o banco de dados Comex Stat (Tabela 11). O período foi dividido de 1997 a 2005 (início da base de dados até o final do período de uso intenso dos PBDEs) e 2006 a 2020 (após o maior período de uso do PBDE). Esses dados totalizaram 601.557.849 kg de equipamentos importados para o período 1997-2005 e 3.406.902.636 kg para o período 2006-2020. No entanto, apenas EEE (que não CRTs) importados no período de uso intenso de PBDEs foram considerados nesta estimativa.

Tabela 11: Importação de equipamentos eletroeletrônicos (continua)

Categoria do EEE	Descrição	HS Code	Quantidade importada 1997-2005 (kg)	Quantidade importada 2006-2020 (kg)
1	Máquinas e prensas para passar roupa, incluídas as fixadoras	845130	2.142.413	6.157.348
1	Outros fornos; fogões de cozinha, fogareiros, grelhas e assadeiras, eletrotérmicos, de uso doméstico.	851660	7.351.986	209.832.500
1	Aquecedores elétricos de água, incluídos os de imersão; aparelhos elétricos para aquecimento de ambientes, do solo ou para usos semelhantes; aparelhos eletrotérmicos para arranjos do cabelo (por exemplo: secadores de cabelo, frisadores).	8516	112.813.052	1.150.193.585
3	Máquinas automáticas para processamento de dados e suas unidades; leitores magnéticos ou ópticos, máquinas para registrar dados em suporte sob forma codificada, e máquinas para processamento desses dados, não especificadas nem compreendidas em outras posições.	8471	165.729.146	313.520.655
3	Máquinas e aparelhos para impressão por meio de caracteres tipográficos, clichês, blocos, cilindros e outros elementos de impressão da posição 8442; máquinas de impressão de jato de tinta, exceto as da posição 8471; máquinas auxiliares para impressão.	8443	76.274.910	712.523.502
3	Máquinas de calcular e máquinas de bolso que permitam gravar, reproduzir e visualizar informações, com função de cálculo incorporada; máquinas de contabilidade, máquinas de franquear, de emitir bilhetes e máquinas semelhantes, com dispositivo de cálculo.	8470	7.787.516	34.216.520

Tabela 11: Importação de equipamentos eletroeletrônicos (conclusão)

Categoria do EEE	Descrição	HS Code	Quantidade importada 1997-2005 (kg)	Quantidade importada 2006-2020 (kg)
3	Aparelhos elétricos para telefonia ou telegrafia por fios, incluídos os aparelhos telefônicos por fio combinados com auscultadores sem fio e os aparelhos de telecomunicação por corrente portadora ou de telecomunicação digital; videofones.	8517	69.211.036	457.437.220
4	Aparelhos receptores para radiotelefonia, radiotelegrafia ou radiodifusão, mesmo combinados, num mesmo gabinete ou invólucro, com um aparelho de gravação ou de reprodução de som, ou com um relógio.	8527	80.474.807	238.173.720
3 e 4	Aparelhos receptores de televisão, mesmo incorporando um aparelho receptor de radiodifusão ou um aparelho de gravação ou de reprodução de som ou de imagens; monitores e projetores de vídeo.	8528	14.688.759	124.350.103
4	Toca-discos, eletrofonos, leitores de cassetes e outros aparelhos de reprodução de som, sem dispositivo de gravação de som.	8519	8.936.199	3.052.310
4	Aparelhos videofônicos de gravação ou de reprodução, mesmo incorporando um receptor de sinais videofônicos.	8521	27.592.598	123.831.726
4	Aparelhos emissores (transmissores) para radiotelefonia, radiotelegrafia, radiodifusão ou televisão, mesmo incorporando um aparelho de recepção ou um aparelho de gravação ou de reprodução de som; câmeras de televisão; câmeras de vídeo.	8525	28.555.427	33.613.447
Total			601.557.849	3.406.902.636

Fonte: ComexStat (2021)

No Brasil, é proibida a importação de EEE usados, com algumas exceções específicas conforme DECEX Nº 8, de 13/05/1991. O Brasil também ratificou a Convenção de Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Descarte (Decreto nº 875/1993), que estabelece mecanismos de controle para importação e descarte de produtos perigosos (incluindo EEE). Destacam-se também a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e a Resolução CONAMA nº 452/2012, que proíbe e apresenta procedimentos de controle para importação de resíduos perigosos e rejeitos. Assim, os dados de importação de EEE usados não foram considerados nesta estimativa.

Assim, considerando a quantidade total de EEE relevantes importados de 1997 a 2005, sua respectiva fração mássica de polímeros e o teor de PBDEs (Categoria 1 = 0.05; categoria 3 = 0.12; categoria 3 e 4 = 0.10; e categoria 4 = 0.08), estimou-se que cerca de 210.213.057 kg de plásticos precisariam ser tratados de forma ambientalmente adequada e que cerca de 21.160 kg de c-octaBDE poderia ser liberado para o ambiente a partir desses EEE importados (MMA, 2020c).

EEE em uso ou armazenados com consumidores

Os estoques de EEE em uso ou armazenados com consumidores podem ser divididos em três grupos: consumidores particulares (famílias); consumidores institucionais (instituições públicas, governo, setores de saúde e educação); consumidores corporativos (hotéis, indústrias e empresas). Como a maioria dos PBDEs está presente em monitores de computador e TV (CRT), é provável que os estoques dos consumidores particulares representem a maior proporção, pois tendem a manter os produtos por mais tempo, além de comprar equipamentos usados. Consumidores institucionais tendem a estocar equipamentos antigos por mais tempo, assim como consumidores particulares. Os consumidores corporativos, no entanto, mudam de equipamento com mais frequência e, portanto, devem ter menos estoques problemáticos com relação à contaminação de PBDE. A Tabela 12 apresenta os dados de uso atual dos ativos analisados, assim como o conteúdo estimado de c-octaBDE.

Tabela 12: Quantidade de equipamentos eletroeletrônicos estocados ou em uso e estimativa de c-octaBDE

Equipamento	Nº de Equip.	Peso Médio	Quantidade estocada	Fração Polimérica Total	C-octaBDE em Plásticos	Quantidade Calculada
	[milhões]	[kg]	MEEE _(j) estocado [toneladas]	F _{polímero} [%-massal]	C _{PBDE (l); Polímero(k)} [kg/toneladas]	M _{PBDE (i)} = M _{EEE (j)} × f _{Polímero (k)} × C _{PBDE (l); Polímero(k)}
TV ^{1,2}	260					
-- CRT	68	31,6	2.148.800	30	0,47	302.980,8
-- Tela Plana	192	13,0	2.496.000	37	0,009	8.311,68
Computadores ²	198					
-- Laptop e Tablet	102	1,5	153.000	42	0,12	7.711,2
-- Desktop	88	9,9	871.200	42	0,12	43.908,48
Monitores	88					
-- CRT	24	14,1	338.400	30	1,37	139.082,4
-- Tela Plana	64	4,7	300.800	37	0,009	1001,66
Telefone						
Celular	242	0,1	24.200	42	0,12	1.219,68
Total						504.215,9

Fonte: MMA (2015), UNEP (2021), ¹IBGE (2015), ² MEIRELLES (2020)

Assim, considerando as informações levantadas no inventário nacional atualizado de PBDEs (MMA, 2020c), a quantidade de c-octaBDE na fração polimérica de EEE armazenada em domicílios, instituições públicas e privadas foi de 504.215,9 kg. A quantidade total de plásticos impactados foi estimada em 2.221.304 toneladas.

Estimativas de PBDEs na fração polimérica de REEE

A quantidade de PBDEs em REEE pode ser estimada de acordo com a fórmula:

$$M_{\text{PBDE; REEE}(j)} = M_{\text{REEE}(j)} \times f_{\text{Polímero}} \times C_{\text{Hexa/heptaBDE ou decaBDE em polímeros}}$$

Onde: $M_{\text{MPBDE; REEE estocado}(j)}$ = quantidade de decaBDE + hexa/heptaBDE em REEE(j) em [kg];

$M_{\text{REEE}(j)}$ é a quantidade de REEE(j) gerando em um ano [toneladas];

$f_{\text{Polímero}}$ = fração total do polímero em [peso-%];

$C_{\text{PBDE}(i); \text{Polímero}}$ = conteúdo de PBDEs (hepta/hexa/BDE ou decaBDE) (i) na fração total de polímero [kg/tonelada]

Para realizar esta estimativa, utilizou-se o trabalho "Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica" da (ABDI, 2012), assim como as estimativas do NIP 2015 (MMA, 2015), com atualização dos valores de conteúdo de PBDEs (UNEP, 2021). Os resíduos de pequeno porte englobam televisor/monitor, LCD/plasma, DVD/VHS, produtos de áudio, *desktop*, *notebooks*, impressoras, celulares, batedeira, liquidificador, ferro elétrico, furadeira. O valor utilizado no cálculo para resíduos de pequeno porte é a estimativa para o ano de 2020, 540.000 toneladas de REEE (ABDI, 2012). De acordo com MEIRELESS (2021), a venda anual de celulares é 4x maior do que a de televisores, enquanto a proporção TV: computador é de 1:1. Com isso, podemos considerar que no mínimo teríamos a geração de resíduos da categoria 3 (*CRT monitor*, *LCD monitor*, *Desktop PC*, *Laptop*, *Printer*, *Mobile phone*) 2x maior do que resíduos da categoria 4 (*CRT-TV*, *TV tela plana*, *Rádio*, *HiFi* e outros). Ou seja, 360.000 toneladas de equipamentos da categoria 3, e 180.000 toneladas de resíduos da categoria 4. A porcentagem de equipamentos escolhidos foi feita baseada na porcentagem obtida no perfil de estoque de equipamentos da Tabela 12. Os valores utilizados na estimativa estão apresentados na Tabela 13. Considerando as categorias mais relevantes, cerca de 229.443 toneladas de plásticos contaminados com PBDEs podem ser descartados por ano no Brasil. Esta estimativa resultou em aproximadamente 31.718,5 kg de c-octaBDE sendo descartados ao lado de REEE no país.

Os resíduos de pequeno porte englobam televisão/monitor, LCD/plasma, DVD/VHS, produtos de áudio, *desktop*, *notebooks*, impressoras, celulares, *mixer*, liquidificador, ferro elétrico, furadeira e outros. O valor utilizado no cálculo para resíduos de pequeno porte é a estimativa para o ano de 2020, 540.000 toneladas de REEE (ABDI, 2012). Segundo MEIRELES (2020), a venda anual de celulares é 4x maior que a de televisores, enquanto a relação TV: computador é de 1:1. Com isso, podemos considerar que no mínimo teríamos a geração de resíduos de categoria 3 (*monitor CRT*, *monitor LCD*, *PC Desktop*, *Laptop*, *Impressora*, *Celular*) 2x maior que os resíduos de categoria 4 (*CRT-TV*, *Flat Screen TV*, *Rádio*, *Hi-Fi* e outros). Ou seja, 360.000 toneladas de equipamentos de categoria 3 e 180.000 toneladas de resíduos de categoria 4. O percentual de equipamentos escolhidos foi baseado no percentual obtido a partir da estimativa de

EEE em uso e armazenados no país. Considerando as categorias mais relevantes (MMA, 2020c), cerca de 229.443 toneladas de plásticos contaminados com PBDEs podem ser descartados anualmente no Brasil. Essa estimativa resultou em aproximadamente 31.718,5 kg de c-octaBDE sendo descartados junto aos REEE no país.

Tabela 13: Quantidade de c-octaBDE em REEE

Categoria Relevante	Quantidade de REEE	Fração Polimérica Total	C-octaBDE em Plásticos	Quantidade Calculada
	$M_{\text{REEE}(j)}$ [toneladas]	f_{Polimero} [%-massa]	$C_{\text{PBDE}(i); \text{Polimero}}$ [kg/tonelada]	$M_{\text{PBDE}; \text{REEE}(j)} = M_{\text{REEE}(j)} \times f_{\text{Polimero}} \times C_{\Sigma \text{hexa/heptaBDE ou decaBDE em polimeros}}$ [kg]
EEE sem CRT (cat 3)	342.000	42	0,12	17.236,8
Monitor computador CRT (cat 3)	18.000	30	1,37	7.398
TV CRT (cat 4)	47.100	30	0,47	6.641,1
TV tela plana (cat 4)	132.900	37	0,009	442,6
Total				31.718,5

Fonte: Elaborada pelo Autor

Estimativas de PBDEs no setor de transporte

O setor de transporte constitui um dos maiores fluxos de bens materiais e, portanto, é altamente relevante para o fluxo e gerenciamento de resíduos (UNEP 2021a; VERMEULEN *et al.* 2011). O c-decaBDE foi extensivamente utilizado em veículos, sendo o principal retardante de chama encontrado em veículos no Japão (KAJIWARA *et al.* 2014). Estudos conduzidos no Japão mostram que carros produzidos antes dos anos 2000 tinham um conteúdo médio elevado de decaBDE, correspondendo em aproximadamente 80 g de decaBDE por veículo. As concentrações reduziram para aproximadamente 24 g de decaBDE em um carro de passageiro produzido depois dos anos 2000 (Ministério do Meio Ambiente Japonês, MOE, 2011). Já o c-pentaBDE foi majoritariamente utilizado em veículos dos EUA (ALCOCK *et al.* 2003; ABBA-SI *et al.* 2014) e são somente detectados em altos níveis em carros produzidos nos EUA produzidos antes de 2005 (LIU *et al.* 2019; LESLIE *et al.* 2013). Pode-se considerar que a produção mundial de veículos não contém decaBDE a partir de 2017 (UNEP,2021).

Carros, caminhões e ônibus são a maior parte do setor de transporte, contendo o

maior volume de PBDEs (UNEP, 2021) e, por isso, o foco deste inventário será voltado para esses veículos, assim como realizado no NIP 2015 (MMA, 2015). Para fins práticos de cálculo, veículos produzidos antes de 2005 serão estimados contendo 80 g de PBDEs, enquanto veículos produzidos de 2005 a 2017 estimam-se 20g PBDEs (UNEP, 2021). Para todas as regiões onde os estudos foram realizados o decaBDE é o congênere dominante, sendo que para veículos produzidos nos EUA antes de 2005, uma porcentagem de 50% de c-pentaBDE deve ser assumida.

Para estimar a fração de PBDEs em veículos no país utilizamos a seguinte fórmula:

$$\text{PBDEs em veículos} = \text{Veículos (1970-2004)} \times 80 \text{ g decaBDE}^*/\text{veículo} + \text{Veículos (2005-2017)} \times 20 \text{ g/veículo}$$

**Para veículos importados dos EUA será considerado um conteúdo de 40g de decaB-DE e 40 g c-PentaBDE em veículos produzidos antes de 2005.*

Os dados sobre produção, vendas internas, exportações, importações, de veículos automotores (1970 a 2017) foram obtidos pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). A importação de veículos só foi liberada a partir de 1990. Os dados resumidos foram apresentados no Quadro 9, estes foram os dados utilizados para o cálculo. Para compreender a porcentagem de veículos importados de cada país, principalmente os importados dos EUA antes de 2005, o Comex Stat foi consultado para os NCMs respectivos (categorias 8702, 8703, 8704, 8705, 8427). Para o cálculo, dois conjuntos de dados foram utilizados: dados históricos entre 1989 e 1996, apenas disponíveis em NBM (Nomenclatura Brasileira de Mercadorias), cuja vigência se encerrou em 1996; os dados mais recentes de importação (1997-2017) foram obtidos na base de dados em NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul). Este último, além de apresentar dados de peso total e valor importado, traz a quantidade de veículos importados. Os dados em NBM, no entanto, só trazem a informação sobre o peso e o valor total importados, de maneira que o cálculo teve que ser adaptado para esses dois conjuntos de dados.

De 1990–1996 a porcentagem de importação de veículos relacionadas a cada país e ano foi calculada com base no peso total importado, já para os dados 1997–2017 a porcentagem foi calculada com base na quantidade de veículos importados (apresentando uma estimativa mais precisa). Após calcular a porcentagem relativa aos carros importados dos EUA (para a estimativa de pentaBDE), multiplicou-se essa porcentagem pelos dados da base de dados da ANFAVEA para finalmente ter a

estimativa de carros importados dos EUA. Com isso, para veículos importados dos EUA foi considerado um conteúdo de 40g de decaBDE e 40 g c-PentaBDE em veículos produzidos antes de 2005.

Tabela 14: Estimativa de veículos no país

Período	Licenciamento Total	Licenciamento Nacionais	Licenciamento Importados	Produção	Exportação	Importação EUA (%)	Importação EUA total
1970-2004	35.634.717	33.307.220	2.327.497	38.172.261	4.838.518	11,2	259.825
2005-2017	37.141.429	31.207.111	5.934.318	38.124.779	7.028.253	--	--

Fonte: ANFAVEA (2021) e ComexStat (2021)

Com esses dados podemos estimar a carga total (c-pentaBDE e c-decaBDE) no setor de veículos:

c-pentaBDE: Importação EUA (1970–2004) x 0,040 kg = 0,040 x 259825 = 10.393 kg

c-decaBDE: [Veículos (1970–2004*) x 0,080 kg] + [Veículos (2005–2017) x 0,020] + [Veículos EUA (1970–2004) x 0,040 kg*] = [35.374.892 x 0,080 kg] + [37.141.429 x 0,020] + [259.825 x 0,040] = 3.583.213 kg

*Licenciamento total, com exceção dos veículos importados dos EUA, que foram considerados com uma carga de 50% de c-pentaBDE.

Além da quantidade total, também é necessário verificar quais desses veículos ainda estão em uso e quais já chegaram ao fim da vida útil, para, então, estimar as cargas para essas duas categorias. Esses dados foram obtidos através das análises realizadas pelo Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS, 2018). A idade média da frota brasileira de veículos no ano de 2017 foi de 9 anos e 7 meses, sendo que os veículos de 2005 a 2017 representam aproximadamente 76,5% da frota, enquanto os veículos de 2004 para baixo representam aproximadamente 18% (Tabela 14). O total de veículos na frota circulante é estimado em mais de 43 milhões de veículos, aproximadamente 60% do total já licenciado. Através desses dados podemos observar que dos veículos de 1970–2004 (37.141.429), somente 10.212.225 ainda estão em uso (27%). Já os veículos de 2005–2017 (37.141.429), 33.158.775 ainda continuam em uso, ou seja, aproximadamente 89%.

A partir desses dados podemos estimar a carga de PBDEs (c-pentaBDE e c-decaBDE) em veículos em uso:

c-pentaBDE: Importação EUA (1970–2004) x 0,040 kg (pentaBDE) x (% dos veículos ainda em uso) = 0,040 x 259825 x 0,27 = 2806,2 kg

c-decaBE: [Veículos (1970–2004*) x 0,080 kg x (% dos veículos ainda em uso)] + [Veículos (2005–2017) x 0,020 kg x (% dos veículos ainda em uso)] + [Veículos EUA (1970–2004) x 0,040 kg* x (% dos veículos ainda em uso)] = [35.374.892 x 0,080 kg x 0,27] + [37.141.429 x 0,020 x 0,89] + [259.825 x 0,040 x 0,27] = 1.428.021 kg

**Licenciamento total, com exceção dos veículos importados dos EUA, que foram considerados com uma carga de 50% de c-pentaBDE.*

Portanto, foi estimado que 10.393 kg de c-pentaBDE foram importados para o Brasil em veículos. Dentre estes, estima-se que os veículos atualmente em uso ainda possam conter cerca de 2.806,2 kg de c-pentaBDE (MMA, 2020c).

Ocorrência de PBDEs no Brasil

Uma revisão sistemática da literatura científica sobre PBDEs no país foi realizada no inventário revisado e atualizado de PBDEs no Brasil. O objetivo foi investigar a ocorrência de PBDEs em amostras ambientais, bem como em bens de consumo. O protocolo de revisão encontrou 43 estudos, na maioria dos quais os autores mediram as substâncias em amostras bióticas (MMA, 2020c).

A maioria dos estudos sobre amostras bióticas investigou ecossistemas aquáticos marinhos. Fica claro, a partir da revisão, que o c-pentaBDE parece ser o principal contribuinte para a concentração total de PBDE em organismos marinhos do Brasil. As concentrações foram medidas em peixes, crustáceos, moluscos, aves marinhas e mamíferos marinhos. Na maioria, o BDE-47 foi o congênere com maiores concentrações e ocorrência, geralmente seguido pelo BDE-99. Os estudos também apontam que organismos em zonas costeiras apresentam maiores concentrações de PBDEs quando comparados aos de ilhas oceânicas isoladas (MMA, 2020c). O BDE-47 também foi o congênere com concentrações mais altas em um estudo investigando tecidos adiposos humanos (KALANTZI *et al.*, 2009). Foram realizados dois estudos investigando a ocorrência de PBDEs em alimentos, um em mel e outro em ovos (MOHR *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2019). Ambos descobriram que o BDE-47 é o principal

contribuinte para o total de PBDEs. Isso aponta ainda para a presença de c-pentaBDE no Brasil (MMA, 2020c).

Os estudos encontrados sobre PBDEs em matrizes abióticas incluem a medição desses compostos na atmosfera, água, sedimento, solo, poeira e lixiviação em aterros sanitários. Em relação ao sedimento de corpos d'água, três estudos encontraram uma contribuição de congêneres c-pentaBDE (principalmente BDE-47). Isso pode indicar a presença de c-pentaBDE em bens de consumo que são descartados incorretamente, deixando produtos químicos expostos à lixiviação para corpos d'água (MMA, 2020c).

Dois estudos mediram PBDEs, entre outros retardantes de chama bromados, em ambientes internos e em um aterro sanitário. Ambos os estudos descobriram que BDE-99 e BDE-209 foram os principais contribuintes para as concentrações de PBDE. Esses congêneres são predominantes em misturas de c-penta e c-decaBDE. Além disso, os estudos mostram que escritórios e carros tendem a ter maiores concentrações de PBDEs quando comparados a casas ou escolas (MMA, 2020c).

Em relação às concentrações atmosféricas de PBDEs, foram realizados três estudos (MEIRE *et al.*, 2012; RAUERT *et al.*, 2018a; SAINI *et al.*, 2020). Um deles investiga a ocorrência de PBDEs em Parques Nacionais montanhosos e os outros dois em áreas urbanas. Embora as concentrações estivessem abaixo dos níveis de detecção nos parques, elas foram medidas em duas áreas urbanas diferentes, São Paulo e São Luís. Em 2014-2015, congêneres da mistura comercial pentaBDE foram predominantes em São Luís. Em 2018, BDE-209 foram predominantes em São Paulo, seguidos por BDE-47 e BDE-99, indicando a presença de misturas comerciais de deca e pentaBDE (MMA, 2020c).

2.3.3.2. DecaBDE na Convenção de Estocolmo

Os PBDEs são comercializados sob diferentes misturas comerciais, com diferentes congêneres de PBDEs. A mistura comercial decaBDE consiste principalmente do congênere BDE-209, que possui dez átomos de bromo (ATSDR, 2017). Foi usado como aditivo retardante de chama em muitos polímeros e têxteis (UNEP, 2013b). Plásticos e eletrônicos podem ser responsáveis por 90% do uso de decaBDE (UNEP, 2015a). Também foi usado em veículos e construção (BSEF, 2007).

A produção global de PBDEs começou na década de 1970. De 1970 a 2005, estima-se que mais de um milhão de toneladas de decaBDE foram produzidas e comercializadas no mundo (UNEP, 2014b). Com a proibição das misturas comerciais de penta e octaBDE

nos anos 2000 nos Estados Unidos e na Europa, a produção de decaBDE aumentou (PIERONI *et al.*, 2017; ATSDR, 2017). As vendas caíram em 2013, depois que dois dos três principais produtores mundiais de decaBDE cessaram a produção (VECAP, 2014; REDFERN *et al.*, 2017).

As emissões das misturas comerciais podem ocorrer ao longo do ciclo de vida dos PBDEs, com ênfase na produção, uso e gestão de resíduos, como aterros e incineração (REDFERN *et al.*, 2017). São encontrados em diversas matrizes ambientais, tanto bióticas quanto abióticas (UNEP, 2013b). Em relação ao decaBDE, parece ser menos tóxico que os congêneres presentes nas misturas comerciais de penta e octa (UNEP, 2013b). No entanto, uma vez exposto às condições ambientais, o decaBDE pode sofrer transformação por desbrominação, gerando PBDEs menos bromados, principalmente dos grupos hepta, octa e nonaBDE (CHRISTIANSSON *et al.*, 2009; UNEP, 2013b).

Em 2017, o decaBDE foi listado na Convenção de Estocolmo, no anexo A, para ter sua produção e uso proibidos nos países signatários. Existem, no entanto, exceções específicas que possibilitam uma Parte aplicar o decaBDE na produção e uso distintos.

Avaliação de decaBDE no Brasil

O Brasil apresentou pedido de exceção específica para o uso de decaBDE. Assim, o de-caBDE poderá ser utilizado em veículos conforme listado no § 2º, inciso IX, do anexo A, até o final de sua vida útil ou até 2036, o que ocorrer primeiro (BRAZIL, 2018b).

Das 771 instituições consultadas, apenas uma relatou ter usado o decaBDE. De acordo com as informações passadas, foram usados 1.041 kg de decaBDE como retardantes de chamas durante 10 anos.

O Inventário Nacional de Novos Poluentes Orgânicos Persistentes (Novos POPs) de uso industrial (MMA, 2015a), da Convenção de Estocolmo, fez um inventário abarcando o pen-taBDE e o octaBDE. Contudo, o inventário também abrangeu o decaBDE apontando que:

“Uma empresa, ligada ao setor de alimentos e bebidas, declarou que já importou produtos com PBDEs e que utiliza e/ou fabrica produtos com decaBDE, porém não indicou quantidades utilizadas e importadas dessas substâncias. Essa empresa declarou ainda que recicla produtos que podem conter PBDEs e descreveu algumas medidas de gestão ambiental para as operações de reciclagem: coleta seletiva, destinação para empresa autorizada e tratamento de esgoto sanitário.”

Além disso, uma empresa informou que não sabe se já importou o decaBDE, outra informou que não sabia se havia importado pentaBDE, octaBDE e decaBDE, e uma última empresa afirmou que não tinha conhecimento sobre a presença de PBDEs em artigos em uso em suas instalações. Uma indústria de plásticos e polímeros também afirmou que não sabia se já havia importado produtos contendo PBDEs (MMA, 2015a).

O inventário também relatou respostas de empresas de eletroeletrônicos, citando três indústrias que declararam "que partes utilizadas na produção de equipamentos elétricos e eletrônicos foram consideradas como suspeitas de conterem PBDEs". Uma das empresas indicou o uso do decaBDE em concentrações inferiores a 0,1% em peso ou homogeneidade do material, que está dentro do limite estipulado pela Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010, que dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. Esta instrução normativa segue os parâmetros estipulados pela RoHS que foi emitida em 2003 (Diretiva 2002/95/EU), pelo Parlamento e Conselho da União Europeia (BRASIL, 2010a). Nessa resposta, a empresa declara o uso de decaBDE e o conhecimento das restrições sobre os PBDEs. Podemos perceber a baixa participação das empresas e associações, tanto no Inventário Nacional de Novos Poluentes Orgânicos Persistentes (Novos POPs) de uso industrial (MMA, 2015a), quanto no atual. Essa baixa interação dificulta ou até impossibilita a obtenção de resultados fidedignos quanto ao ciclo de vida do c-decaBDE no país.

Pireroni e colaboradores (2017) ressaltam a deficiência de legislação reguladora dos PBDEs e relatam o projeto de lei do Senado nº 173, de 2009, que foi arquivada em 2011. Este projeto propunha que os computadores, componentes de computadores e equipamentos de informática em geral comercializados no Brasil deveriam apresentar concentração inferior a 0,1% de PBDEs (BRASIL, 2009). Os autores também ressaltam a Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010, que dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. O Art. 5º do capítulo III desta instrução diz que "os órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, quando da aquisição de bens, poderão exigir os seguintes critérios de sustentabilidade ambiental: IV – que os bens não contenham substâncias perigosas em concentração acima da recomendada na diretiva RoHS, tais como mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cromo hexavalente (Cr(VI)), cádmio (Cd), bifenil-polibromados (PBBs) e éteres difenil-polibromados (PBDEs)" (BRASIL, 2010a). A RoHS foi emitida em 2003 (Diretiva 2002/95/EU) pelo Parlamento e pelo Conselho da União Europeia, posteriormente foi reformulada na Diretiva

2011/65/UE em 8 de junho de 2011 (JOUE, 2003; MMA, 2019a). A RoHS assegura que os EEE colocados no mercado, incluindo os cabos e as peças sobresselentes para a respectiva reparação, reutilização, atualização das funcionalidades ou melhoria da capacidade, não contenham as substâncias acima citadas. Porém, para os fins da presente diretiva, é tolerada uma concentração ponderal máxima nos materiais homogêneos. Na RoHS (Diretiva 2011/65/UE), os éteres difenílicos polibromados (PBDE) podem ter no máximo 0,1% em materiais homogêneos, ou seja, um material de composição inteiramente uniforme, ou um material que consista numa combinação de materiais que não possa ser separado ou fragmentado em materiais diferentes por intermédio de ações mecânicas como desparafusar, cortar, esmagar, moer ou ainda por processos abrasivos (UE, 2011).

No entanto, a Instrução Normativa nº 01 de 19 de janeiro de 2010 não se posiciona sobre as exceções da Diretiva 2011/65/UE, dispostas no artigo 2º, âmbito de aplicação, item 4. (UE, 2011). Vale ressaltar que as categorias de EEE abrangidos pela presente diretiva são: grandes eletrodomésticos, pequenos eletrodomésticos, equipamento de informática e de telecomunicações, equipamento de consumo, equipamento de iluminação, ferramentas elétricas e eletrônicas, brinquedos e equipamento de desporto e lazer, dispositivos médicos, instrumentos de monitoramento e controle, incluindo instrumentos industriais de monitoramento e controle, distribuidores automáticos e outros EEE não incluídos em nenhuma das categorias acima (UE, 2011).

O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, por meio do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), abriu uma consulta pública, conforme previsto na Portaria nº 464, de 30 de julho 2019, com prazo entre 01 e 30/08/2019, sobre a proposta de um Acordo Setorial para a implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes (BRASIL, 2019). O objeto deste Acordo Setorial é a estruturação, implementação e operacionalização de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico colocados no mercado interno (MMA, 2019c).

O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) é um dos Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010, e regulamentada pelo Decreto nº. 7.404, de 23 de dezembro de 2010 (MMA, 2019d). A Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos; às responsabilidades dos geradores e do poder público; e aos

instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010b). A Política Nacional de Resíduos Sólidos instituiu o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, por meio do qual fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes devem tomar as medidas previstas em lei para assegurar a implementação e operacionalização dos sistemas de logística reversa das cadeias de produtos sob sua responsabilidade (MMA, 2019c). A logística reversa é definida como o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010b).

Vale ressaltar que, no artigo 13, os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a sua periculosidade, sendo definido como resíduos perigosos aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica (BRASIL, 2010b), dessa forma, abrangendo resíduos que tenha decaBDE.

Assinado em 31 de outubro de 2019, o Acordo Setorial para Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos de Uso Doméstico e seus Componentes foi realizado entre o MMA e as empresas da Federação das Associações das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação (ASSEPRO NACIONAL), da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) e da Associação Brasileira da Distribuição de Produtos e Serviços de Tecnologia da Informação (ABRADISTI). Empresas associadas e parceiras da Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional (GREEN ELETRON) serão responsáveis pela gestão do sistema coletivo de logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos (MMA 2019e). O Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020, replica o conteúdo do acordo setorial firmado na data acima citada. O acordo firmado entre o Estado e a sociedade civil propõe a destinação final ambientalmente adequada, preferencialmente a reciclagem de 100% dos equipamentos eletroeletrônicos discriminados no anexo V. O acordo setorial foi dividido em duas fases e espera-se que em 2025, o quinto ano da segunda fase, 17% dos produtos eletrônicos descartados tenham sido coletados e destinados adequadamente (MMA 2019e, MMA 2019f).

Além disso, o acordo reafirma, mesmo que parcialmente, o compromisso com o Plano Nacional de Implementação da Convenção de Estocolmo, relativa aos POPs. No ANEXO IX (Avaliação dos possíveis impactos socioambientais), na fundamentação técnica dos

impactos sobre o meio ambiente, está descrito que "uma das preocupações em torno da destinação final dos produtos eletroeletrônicos diz respeito às substâncias químicas que compõem tais produtos e seus componentes e aos potenciais impactos ambientais negativos em caso da destinação final ambientalmente inadequada. A logística reversa vem reforçar essa iniciativa, pois assegura a destinação final ambientalmente adequada dos produtos eletroeletrônicos que contém essas substâncias, evitando e minimizando, assim, eventuais impactos ambientais associados a uma disposição inadequada dessas substâncias no meio ambiente, tais como contaminação dos meios terrestre, hídrico e aquático, além de riscos à saúde humana" (MMA 2019g). No ANEXO IX, também está destacado "que foi criado um Manual Operacional Básico com a descrição dos procedimentos a serem adotados em todas as etapas inerentes à operação da logística reversa com a finalidade de garantir o adequado manuseio dos produtos eletroeletrônicos por todos os atores da cadeia, em cumprimento aos requisitos legais aplicáveis e visando a prevenir qualquer tipo de contaminação ambiental. Tal operacionalização ocorre em sinergia com o Plano Nacional de Implementação da Convenção de Estocolmo, relativa aos POPs. Por meio da destinação final ambientalmente adequada, será possível assegurar o correto gerenciamento dessas possíveis substâncias presentes em produtos eletrônicos descartados a fim de garantir que os mesmos não sejam reinseridos na cadeia produtiva" (MMA 2019g). Porém, o Manual Operacional Básico (ANEXO VI) apenas relata que se deve ter cuidado – no manuseio, armazenagem, desmontagem e remoção de partes e peças – para não causar impactos ao meio ambiente e à saúde humana. O manual não apresenta procedimentos específicos para produtos eletroeletrônicos que contenham decaBDE ou outros contaminantes. Em suas considerações finais, o manual deixa isso claro, relatando que o documento se destina a prover uma visão geral de boas práticas que deverão ser observadas ao longo do processo. Não é a intenção deste manual tratar os métodos e tecnologias específicas necessárias ao correto tratamento/reciclagem dos produtos eletroeletrônicos (MMA 2019h).

Quando recriada, a Conasq poderá avaliar a necessidade de retomar as discussões sobre a "RoHS brasileira", para que o uso de PBDEs em equipamentos eletroeletrônicos seja proibido ou exceções específicas sejam requisitadas no devido prazo. Além disso, os procedimentos com os produtos eletroeletrônicos descartados devem ser mais específicos, para minimizar os possíveis impactos no ambiente e à saúde humana.

Embora o decaBDE tenha sido menos usado na construção civil do que em equipamentos eletroeletrônicos, é importante ressaltar que o MMA possui resoluções que estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. A Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, define como

resíduos da construção civil aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc. A classificação estabelecida pela resolução coloca resíduos perigosos como classe D, definidos como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (MMA, 2002). Já a Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012, diz que esses resíduos deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (MMA, 2012a). Embora as duas Resoluções ressaltem a importância da reciclagem e da destinação final do material sem causar danos ambientais, é necessário abordar a contaminação deste material por decaBDE, devido a sua entrada na lista da Convenção de Estocolmo. Não foi encontrada nenhuma normativa governamental que estabeleça uma gestão para resíduos automobilísticos ou têxteis.

Produção de decaBDE

A consulta enviada pelo MMA solicitando às empresas e órgãos ambientais informações sobre o decaBDE não obteve resposta. Não há evidências de produção nacional de decaBDE, e uso da substância no Brasil parece depender de importação (ANNUNCIAÇÃO *et al.*, 2018; MMA, 2020d).

Comércio de decaBDE

O Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) informou que o Brasil importou 1.010 toneladas de um produto conhecido como decabromo difenil éter, que provavelmente é o c-decaBDE, entre 1989 e 1996 (MMA, 2020h). A partir de 1997, o comércio exterior de c-decaBDE passou a ser rastreado por um código NCM genérico, rotulado como "outros éteres aromáticos", o que impedia a avaliação de suas importações e exportações (ANNUNCIAÇÃO *et al.*, 2018). O NIP anterior (MMA, 2015a) relata que as misturas comerciais de penta e octaBDE também são importadas por meio de um NCM diferente, que também é um código genérico para "outros derivados halogenados, apenas com bromo". É possível que o comércio decaBDE também seja rastreado por este código. Em 2019, o PNUMA informou que a importação de decaBDE para o Brasil em 2018, feita por meio de uma NCM genérica, foi de 150 kg (UNEP, 2019c). Todo o comércio sob essa mesma NCM para 2018 indica 187 toneladas de

"outros derivados halogenados, apenas com bromo", confirmando ainda que as NCMs genéricas não podem ser usadas para avaliação do comércio de produtos específicos. Para ambos os códigos NCM acima, houve importações. Isso implica que a importação de decaBDE para o país ainda acontece (MMA, 2020d).

Estimativas de decaBDE na fração polimérica de equipamentos eletroeletrônicos e seus resíduos no Brasil

As misturas comerciais de PBDE têm sido aplicadas principalmente como retardantes de chama em polímeros usados em vários produtos, como plástico em eletrônicos, espumas de poliuretano em veículos e têxteis, para reduzir sua inflamabilidade para atender a certos padrões de inflamabilidade. Após a eliminação das misturas de c-pentaBDE e c-octaBDE, o c-decaBDE tornou-se a mistura de PBDE mais utilizada. A maior parte do c-decaBDE tem sido aplicada como retardante de chama em polímeros plásticos de certos equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) e resíduos relacionados (REEE), principalmente em invólucros de tubos de raios catódicos (CRT). Assim, considerando as poucas informações levantadas a partir de consultas às partes interessadas no Brasil, é ainda mais importante realizar algumas estimativas para entender o quanto o c-decaBDE poderia impactar o meio ambiente e os fluxos de reciclagem no país. É importante destacar que para países em desenvolvimento como o Brasil, onde não existem usinas de reciclagem de última geração com capacidade de monitoramento e capacidade de medição ainda insuficientes, a ocorrência de PBDEs em polímeros é um grande desafio para a implementação das Convenções de Estocolmo e de Basileia. O Brasil (assim como outros países em desenvolvimento) carece de instalações apropriadas de reciclagem e destruição que levam à queima a céu aberto ou despejo de tais resíduos perigosos ou lançamento em corpos d'água causando poluição ambiental, incluindo lixo marinho.

As estimativas para o c-decaBDE seguiram exatamente os mesmos passos que as presentes para os outros PBDEs na seção 2.3.3.1. mas considerando a fração de massa específica do c-decaBDE em cada caso, de acordo com a orientação mais recente (UNEP, 2021). Assim, nenhuma outra estimativa foi feita para os decaBDEs e as mesmas variáveis relativas aos bens de consumo avaliados no Brasil foram utilizadas.

Estimativas de decaBDE em monitores e televisores CRT (considerando as variáveis apresentadas na seção 2.3.3.1.)

Seguindo as mais recentes orientações sobre a elaboração de inventários de POP-PBDEs (UNEP, 2021), o tamanho da população brasileira (213.680.044 pessoas), o número

estimado de monitores e televisores CRT per capita (0,53), o peso médio (25 kg) e o conteúdo de polímeros (30%) de CRTs e o conteúdo estimado de c-decaBDE (10,0032 a 0,0044) aplicado nesses produtos, foram utilizados para avaliar a quantidade total de plásticos impactados e o conteúdo de decaBDE plásticos no Brasil. A quantidade total de plásticos impactados foi estimada em 849.378,2 toneladas e o conteúdo de c-decaBDE em plásticos de monitores e televisores CRT no Brasil foi estimado entre 2.718 e 3.737 toneladas; em média 3.227.637 kg (MMA, 2020d).

Estimativas de decaBDE em plásticos de equipamentos eletroeletrônicos relevantes (considerando as variáveis apresentadas na seção 2.3.3.1.)

PBDEs podem estar presentes em diferentes frações de EEE e, portanto, estimativas adicionais devem ser realizadas. O objetivo desta parte é então estimar o volume total de PBDEs em EEE e os resíduos relacionados (REEE). Isso requer informações sobre a quantidade de EEE e REEE no país, os polímeros relevantes contidos neste equipamento e a quantidade de PBDEs em cada um desses polímeros. Informações sobre polímeros reciclados e a quantidade de REEE importados são essenciais. No final, o total de PBDEs em EEE e o volume de plástico REEE impactado podem ser calculados (UNEP, *et al.*, 2021).

EEE e REEE importados (considerando as variáveis apresentadas na seção 2.3.3.1.)

A entrada de EEE no país foi avaliada usando o banco de dados Comex Stat. O período foi dividido de 1997 a 2005 (início da base de dados até o final do período de uso intenso de PBDEs) e 2006 a 2020 (após o período de uso intenso de PBDEs). Esses dados totalizaram 601.557.849 kg de equipamentos importados para o período 1997-2005 e 3.406.902.636 kg para o período 2006-2020. No entanto, apenas EEE importados no período de uso intenso de PBDEs foram considerados nesta estimativa, uma vez que o uso intensivo de c-decaBDE também reduziu consideravelmente a partir de 2005 (UNEP, 2021).

Portanto, considerando a quantidade total de EEE relevantes importados de 1997 a 2005, sua respectiva fração de massa de polímeros e o conteúdo de decaBDE (0,8 para todas as categorias de EEE foi utilizado) (UNEP, 2021), foi estimado que cerca de 210.213.057 kg de plásticos precisariam ser tratados de forma ambientalmente adequada e que cerca de 167.671 kg de c-decaBDE poderiam ser liberados para o meio ambiente a partir daqueles EEE importados (MMA, 2020d).

EEE em uso ou armazenado com consumidores (considerando as variáveis apresentadas na seção 2.3.3.1.)

Os estoques de EEE em uso ou armazenados com consumidores podem ser divididos em 3 grupos: consumidores particulares (domicílios); consumidores institucionais (instituições públicas, governo, setores de saúde e educação); consumidores corporativos (hotéis, indústrias e empresas). Como a maioria dos PBDEs estão presentes em monitores de computador e TV (CRT), é provável que os estoques de consumidores privados representem a maior proporção, pois tendem a manter os produtos por mais tempo, bem como a comprar equipamentos de segunda mão. Os consumidores institucionais tendem a estocar equipamentos antigos por um período de tempo mais longo, assim como os consumidores particulares. Os consumidores corporativos, entretanto, mudam de equipamento com mais frequência e, portanto, devem ter menos estoques problemáticos com relação à contaminação por PBDE. A Tabela 15 apresenta as mesmas variáveis utilizadas para as estimativas c-octaBDE (Tabela 12) com frações de massa c-decaBDE específicas como utilizadas para suas estimativas.

Tabela 15: Quantidade de equipamentos eletroeletrônicos armazenados ou em uso e c-decaBDE estimado.

Equipamento	Nº de Equip.	Peso Médio	Quantidade estocada Total	Fração Polimérica Plásticos	c-decaBDE em impactados	Total de plásticos	Total de c-decaBDE (kg)
	[milhões]	[kg]	MEEE _(j) estocado [toneladas]	F _{polimero} [%-massa]	C _{PBDE (l); Polimero(k)} [kg/toneladas]	M _{EEE (j) estocado} × F _{polimero} [toneladas]	M _{PBDE (l)} = M _{EEE (j)} × f _{Polimero (k)} × C _{PBDE (l); Polimero(k)}
TV1,2	260						
-- CRT	68	31.6	2,148,800	30	4.4	644,640	2,836,416
-- Flat Screen	192	13	2,496,000	37	2.75	923,520	2,539,680
Computers ²	198						
-- Laptop and Tablet	102	1.5	153,000	42	0.8	64,260	51,408
-- Desktop	88	9.9	871,200	42	0.8	365,904	292,723,2
Monitors	88						
-- CRT	24	14.1	338,400	30	3.2	101,520	324,864
-- Flat Screen	64	4.7	300,800	37	2.75	111,296	306,064
Cell phone	242	0.1	24,200	42	0.8	10,164	8,131,2
Total						2,221,304	6,359,286

Fontes: MMA (2015), UNEP (2021), ¹IBGE (2015), ² MEIRELLES (2020)

Assim, considerando as informações levantadas no inventário nacional do decaBDE (MMA, 2020d), a fração de massa do c-decaBDE na fração polimérica dos EEE armazenados em residências, instituições públicas e privadas era de 6.359.286 kg. A quantidade total de plásticos impactados foi estimada em 2.221.304 toneladas. A discrepância entre a quantidade de c-octaBDE e c-decaBDE destaca a importância que deve ser dada à existência do c-decaBDE nos EEE, naturalmente sem negligenciar o impacto de outras misturas comerciais de PBDE. O ciclo de vida dos EEEs deve ser mais bem monitorado para minimizar o impacto que o descarte inadequado desses produtos pode ter sobre o meio ambiente.

Estimativas de decaBDE na fração polimérica de REEE

Os equipamentos eletroeletrônicos de pequeno porte englobam televisão/monitor, LCD/plasma, DVD/VHS, produtos de áudio, *desktop*, *notebooks*, impressoras, celulares,

mixer, liquidificador, ferro elétrico, furadeira e outros. O valor utilizado no cálculo para pequenos resíduos é a estimativa para o ano de 2020, 540.000 toneladas de REEE (ABDI, 2012). Segundo MEIRELES (2021), a venda anual de celulares é 4 vezes maior que a de televisores, enquanto a relação TV: computador é de 1:1. Com isso, podemos considerar que, no mínimo, teríamos a geração de resíduos de categoria 3 (monitor CRT, monitor LCD, *PC Desktop*, *Laptop*, Impressora, Celular) 2 vezes maior que os resíduos de categoria 4 (CRT-TV, TV tela plana, Rádio, Hi-Fi e outros). Ou seja, 360.000 toneladas de equipamentos de categoria 3 e 180.000 toneladas de resíduos de categoria 4. O percentual de equipamentos escolhidos foi baseado no percentual obtido a partir da estimativa de EEE em uso e armazenados no país. Considerando as categorias mais relevantes (MMA, 2020h), cerca de 229.443 toneladas de plásticos contaminados com PBDEs podem ser descartados anualmente no Brasil. Essa estimativa resultou em aproximadamente 329.589,8 kg de c-decaBDE sendo descartados junto aos REEE no país.

Tabela 16: Quantidade de c-decaBDE e REEE

Categoria Relevante	Quantidade de REEE	Fração Polimérica Total	c-decaBDE em Plásticos	Quantidade Calculada
	$M_{\text{REEE}(j)}$ [toneladas]	f_{Polimero} [% - massa]	$C_{\text{PBDE}(i); \text{Polimero}}$ [kg/tonelada]	$M_{\text{PBDE; REEE}(j)} = M_{\text{REEE}(j)} \times f_{\text{Polimero}} \times C_{\text{decaBDE em polimeros}}$ [kg]
EEE sem CRT (cat 3)	342.000	42	0,8	114.912
Monitor computador CRT (cat 3)	18.000	30	3,2	17.280
TV CRT (cat 4)	47.100	30	4,4	62.172
TV tela plana (cat 4)	132.900	37	2,75	135.225,8
Total				329.589,8

Fonte: Elaborada pelo Autor

Estimativas de decaBDE no setor de transportes

Os cálculos para as estimativas do conteúdo do decaBDE no setor de transportes foram apresentados junto com os do c-pentaBDE na Seção 2.3.3.1. Em termos gerais, o conteúdo do c-decaBDE no total de veículos licenciados no Brasil de 1970 a 2017 foi igual a:

c-decaBDE: [Veículos (1970-2004*) x 0,080 kg] + [Veículos (2005-2017) x 0,020] + [Veículos dos EUA (1970-2004) x 0,040 kg*] = [35.374.892 x 0,080 kg] + [37.141.429 x 0,020] + [259.825 x 0,040] = 3.583.213 kg

**Licenciamento total, com exceção dos veículos importados dos EUA, que é considerado como tendo 50% c-pentaBDE.*

O conteúdo calculado de c-decaBDE em veículos em uso no Brasil foi igual a:

c-decaBE: [Veículos (1970-2004*) x 0,080 kg x (% de veículos ainda em uso)] + [Veículos (2005-2017) x 0,020 kg x (% de veículos ainda em uso)] + [Veículos dos EUA (1970-2004) x 0,040 kg* x (% de veículos ainda em uso)] = [35.374.892 x 0,080 kg x 0,27] + [37.141.429 x 0,020 x 0,89] + [259.825 x 0,040 x 0,27] = 1.428.021 kg

**Licenciamento total, com exceção dos veículos importados dos EUA, que são considerados como tendo 50% da carga de c-pentaBDE.*

Estimativas gerais de PBDEs, incluindo decaBDEs, no Brasil

No cenário de baixa aderência aos questionários realizados com a indústria e a escassez de dados sobre a produção e comércio das substâncias, as estimativas trouxeram dados mais robustos sobre a quantidade de PBDEs que podem ter entrado no país. De acordo com as estimativas feitas, só no setor eletrônico, os monitores de tubos e televisores (CRT) foram responsáveis pela geração de 781.427,9 kg c-octaBDE e 3.227.637 kg decaBDE no país. Em uma abordagem alternativa e mais detalhada (incluindo também outros EEE de alta utilização no país, como televisores tubulares e LCD, computadores, *laptop* e *smartphone*), foi estimado que a quantidade de c-octaBDE em EEE armazenados em residências, instituições públicas e privadas foi de 504.215,9 kg, enquanto a quantidade de decaBDE foi de 6.359.286,4 kg. Pode-se ver que a quantidade de decaBDE praticamente dobrou ao considerar estes novos EEE, isto porque o decaBDE também foi utilizado em outras categorias de EEE, ao contrário do octaBDE que era mais restrito a monitores e televisores tubulares. Ainda considerando os EEE, estima-se que este setor gera anualmente um volume de 31.718,5 kg de c-octaBDE e 329.589,8 kg de decaBDE em resíduos. O setor de veículos, que é um dos maiores fluxos de bens materiais, foi responsável pela entrada de 10.393 kg de c-pentaBDE (relacionado a automóveis importados dos EUA) e 3.583.213 kg de decaBDE. Destes, estima-se que os veículos atualmente em uso respondam por

2806,2 kg de c-pentaBDE e 1.428.021 kg de decaBDE.

As estimativas indicam que para os PBDEs, o setor mais crítico para o gerenciamento de resíduos seria o de EEE, tanto por ter uma alta carga de PBDEs quanto por sua alta capacidade de geração de resíduos. O setor de transporte representa um desafio maior no que diz respeito aos decaBDEs. Portanto, enquanto os produtos contendo tais contaminantes são descartados de forma inadequada e sua reciclagem é permitida no Brasil - ou seja, enquanto os resíduos contendo PBDEs não são tratados de forma ambientalmente adequada e definitivamente destruídos - uma carga de aproximadamente 14.827.481,5 kg de PBDEs, dos quais 1.327.755,3 kg são compostos pela fração c-penta e c-octaBDE e 13.499.726,2 kg de decaBDE podem ser liberados no meio ambiente.

Ocorrência de decaBDE no Brasil

Uma revisão da literatura científica encontrou 14 estudos sobre a ocorrência de decaBDE em amostras ambientais brasileiras que atenderam aos critérios do protocolo.

Concentrações de decaBDE foram encontradas em rios e reservatórios em áreas industriais do estado de São Paulo (FERRARI *et al.*, 2019; TOMINAGA *et al.*, 2019). Em um estudo, decaBDE teve as maiores concentrações de todos os congêneres de PBDEs medidos, estando acima dos níveis considerados seguros pelo guia de qualidade do sedimento adotado no Canadá em 40% das amostras (TOMINAGA *et al.*, 2019).

Houve dois estudos investigando a ocorrência de PBDEs, incluindo decaBDE, em poeiras internas e de aterros sanitários, que indicaram que em residências, escolas, escritórios e veículos em Araraquara, SP, o decaBDE representou 80% de todos os congêneres nas amostras. Escritórios e veículos tiveram as maiores concentrações (CRISTALE *et al.*, 2018; 2019). Nos aterros sanitários, as áreas com presença de espuma de poliuretano e equipamentos eletroeletrônicos apresentaram as maiores concentrações (CRISTALE *et al.*, 2018). Vale ressaltar que os estudos encontraram maiores concentrações de decaBDE em escritórios quando comparados a aterros sanitários. Isso aponta para o fato de que o decaBDE ainda está em uso e presente em artigos e bens de consumo no país, e que ambientes internos podem estar atuando como fonte de emissão dessa substância (CRISTALE *et al.*, 2018; 2019).

Três estudos investigaram a ocorrência de decaBDE na atmosfera em Parques Nacionais, áreas urbanas e agrícolas. Para Parques Nacionais e áreas agrícolas, as concentrações de decaBDE estavam abaixo dos limites de detecção. Em São Paulo, no

entanto, o decaBDE esteve presente em todas as amostras atmosféricas (SAINI *et al.*, 2020). Foi o congênera com maior concentração na maioria dos locais de amostragem (SAINI *et al.*, 2020).

Em relação às amostras biológicas, a maioria dos estudos investigou a ocorrência de PBDEs, incluindo decaBDE, em ecossistemas marinhos (UENO *et al.*, 2004; ALONSO *et al.*, 2012; DE LA TORRE *et al.*, 2012; PIZZOCHERO *et al.*, 2019). Concentrações de decaBDE foram encontradas em cetáceos ao longo da costa brasileira. A substância, embora presente, apresentou as maiores concentrações entre os congêneres de PBDE (DE LA TORRE *et al.*, 2012). Em amostras de peixes do Rio de Janeiro, o decaBDE esteve presente apenas em 40% das amostras. No entanto, quando presente, atingiu até 78% das cargas totais de PCB (PIZZOCHERO *et al.*, 2019).

Estudos realizados com amostras biológicas do ambiente marinho sugerem o uso de decaBDE em centros urbanos litorâneos do litoral brasileiro, principalmente nas regiões Sudeste e Sul. É importante ressaltar que as regiões Sudeste e Sul responderam por 77,4% das empresas que potencialmente aplicam decaBDE em seus processos ou produtos (ALONSO *et al.*, 2012; DE LA TORRE *et al.*, 2012).

2.3.3.3. Hexabromociclododecano - HBCD na Convenção de Estocolmo

O HBCD é um hidrocarboneto cicloalifático produzido pela bromação de quatro isômeros de 1,5,9 ciclododecatrieno (CDT). O 1,2,5,6,9,10-HBCD possui seis centros estereogênicos e, em teoria, 16 estereoisômeros podem ser formados (HEEB *et al.*, 2005). No entanto, para HBCD comercial, apenas três dos estereoisômeros são comumente encontrados, nominalmente alfa (α -), beta (β -) e gama (γ -) HBCD. Dependendo do fabricante e do método de produção utilizado, o HBCD técnico consiste em 70 a 95% de γ -HBCD e 3 a 30% de α - e β -HBCD.

Estudos mostram a ocorrência de HBCD no ar interno e poeira doméstica, bem como na poeira da cabine em carros novos e antigos (EC, 2008; MIYAKE *et al.*, 2009, KAJIWARA *et al.*, 2009 apud UNEP, 2011). Também foi encontrado em predadores oceânicos e árticos (UENO *et al.*, 2006; ENVIRONMENT AND HEALTH CANADA, 2010).

HBCD tem sido usado como retardante de chamas pela indústria. Ao contrário de outros retardantes de chama bromados, o composto não gera dioxinas ou furanos bromados. Foi usado principalmente pela indústria da construção como aditivo em produtos de poliestireno expandido (EPS) ou poliestireno extrudado (XPS). Também foi usado em têxteis, como estofados domésticos e de veículos (UNEP, 2011).

O HBCD foi listado na Convenção de Estocolmo em 2013, no Anexo A. Sua produção deve ser eliminada para todas as aplicações excluindo aquelas registradas como exceções específicas.

HBCD no Brasil

O Brasil solicitou uma exceção específica para HBCD em EPS e XPS para uso na construção. Entretanto, o registro para este pedido expirou em 2019 e o uso do HBCD não é mais permitido no país.

Produção de HBCD

O MMA encaminhou consultas a 724 empresas e associações de empresas, além de federações de indústrias e secretarias estaduais de meio ambiente, que eram potenciais interessados para a produção e uso de HBCD no Brasil. Apenas uma resposta foi recebida e não há registro de produção de HBCD no Brasil (MMA, 2020e).

Comércio de HBCD

Segundo o IBAMA, o comércio exterior do HBCD é rastreado desde 1997. No entanto, foi utilizado um código NCM genérico, que rotulou todos os derivados halogenados do comércio de hidrocarbonetos ciclânicos, ciclênicos ou cicloterpênicos, incluindo HBCD. Não há códigos específicos para HBCD, logo, não é possível avaliar os dados de comércio exterior para esta substância química.

Ainda, segundo o IBAMA, a partir de 2013 o instituto passou a emitir licenças de importação para HBCD. O IBAMA informou que 110 e 129 toneladas de HBCD foram importadas para o Brasil em 2017 e 2018, respectivamente (MMA, 2020e). O NIP anterior (MMA, 2015b) também informou que entre 2011 e 2013 duas empresas importaram 205 toneladas para aplicação na produção de EPS, para uso como isolante térmico na construção civil e como aditivo retardante de chama para uso industrial.

Para a atual consulta do MMA para revisão e atualização dos inventários de HBCD, apenas uma resposta foi recebida (MMA, 2020e). A empresa que respondeu afirmou que utilizou o HBCD como retardante de chama, porém, o uso cessou em 2018 e foi substituído por um produto polimérico conhecido como Esmeralda.

Estimativa de HBCD através do comércio de EPS

Existe um código NCM para rastreamento do comércio exterior de EPS no Brasil. De acordo com o banco de dados Comex Stat, entre 2011 e 2019, aproximadamente 4.300 toneladas de EPS foram importadas para o Brasil, principalmente da China (80% de todas as importações) (MMA, 2020e). No mesmo período, 333 toneladas de EPS foram exportadas do Brasil, principalmente para o Paraguai. Com base nos percentuais de HBCD em EPS (0.3 a 0.7%), estima-se que entre 1,29 a 6,14 toneladas de HBCD possam ter entrado no Brasil por meio de importação de EPS (MMA, 2020e). Entretanto, a fração de massa do HBCD não foi pesquisada em EPS importado no Brasil e esta é apenas uma estimativa aproximada.

De 1999 a 2017, tanto o consumo aparente nacional quanto a produção de EPS cresceram, aumentando assim a demanda de HBCD no Brasil. Estima-se, por exemplo, que em 2017, utilizou de 130 a 310 toneladas de HBCD na fabricação de EPS, um aumento de aproximadamente 90% em relação ao ano de 2011. Segundo a ABIQUIM, o Brasil tem sete empresas associadas que fabricam e transformam o poliestireno e três outras empresas que trabalham com este produto; no entanto, não se conhece o número de pequenas e médias empresas que podem utilizar o produto (MMA, 2013).

De acordo com os dados divulgados pela ABIQUIM, em 2008 foram produzidas no Brasil cerca de 62,9 mil toneladas de EPS e, aproximadamente, 20 mil toneladas de XPS, totalizando cerca de 82,9 mil toneladas de isopor. Deste total, estima-se que cerca de 7 mil toneladas retornaram ao processo de produção para reciclagem, ou seja, apenas 8,4% de tudo o que foi produzido. Considerando que o HBCD está presente em um percentual de 0,3% a 0,7%, 249 a 580 toneladas deste produto estariam presentes no isopor, e que no máximo 49 toneladas foram destinadas à reciclagem.

Estimativas de HBCD em carros no Brasil

O setor de transporte constitui um dos maiores fluxos de bens materiais e, portanto, tem uma alta relevância para o fluxo e a gestão de resíduos (UNEP 2021; VERMEULEN *et al.* 2011). Estima-se que do número total de veículos importados pelo Brasil (8.261.815), 415.171 são veículos japoneses, um percentual de aproximadamente 5% (ANFAVEA 2001; Comex Stat 2021). De acordo com Liu e colegas (2019), a concentração média de HBCD em veículos convencionais no Japão é de 2 g e, portanto, uma estimativa de 830,3 kg de HBCCD no setor de veículos. É importante salientar que esta estimativa do HBCD é um esforço inicial, e que provavelmente está sub quantificada, pois somente a frota japonesa que representa 5% do total importado no período foi considerada.

Além da quantidade total, também é necessário verificar quais destes veículos ainda estão em uso e quais já atingiram o final de sua vida útil, a fim de estimar as cargas para estas duas categorias. Estes dados foram obtidos através das análises realizadas pelo Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS, 2018). Considerando a idade média da frota brasileira de veículos no ano 2017 de 9 anos e 7 meses, o número total de veículos da frota circulante é estimado em mais de 43 milhões de veículos, aproximadamente 60% do total já licenciado. Com estes dados, a carga HBCD no setor de veículos em uso é estimada em 498,2 kg. Novamente, é importante enfatizar que esta estimativa do HBCD é um esforço inicial, e que provavelmente está sub quantificada porque somente a frota japonesa foi considerada, o que representa 5% do total importado no período. Além disso, o conteúdo do HBCD não foi pesquisado no Brasil.

Ocorrência de HBCD no Brasil

O primeiro relato a respeito do HBCD no Brasil foi o "Relatório sobre o conteúdo químico em amostras de poeira coletadas em lares e escritórios brasileiros" do *Greenpeace*, publicado em 2004 e intitulado "Veneno Doméstico". Nesse estudo (Greenpeace, 2004), foram coletadas amostras de poeira doméstica em lares de 50 voluntários em quatro cidades brasileiras, em escritórios governamentais em Brasília (DF) e também no prédio do MMA, no ano de 2003. Não foi encontrada concentrações de HBCD nesse estudo ($<0,02 \text{ mg kg}^{-1}$).

A distribuição geográfica do HBCD foi investigada através da análise do tecido muscular de uma espécie de atum (*Katsuwonus pelamis*) recolhidos em águas *offshore* de diversas regiões do mundo, incluindo o Brasil (UENO *et al.*, 2006). O HBCD foi detectado em quase todas as amostras analisadas ($<0,1$ a 45 ng g^{-1} de peso lipídico). No Brasil, o somatório de HBCD foi de $0,28 \text{ ng g}^{-1}$ de peso lipídico (α -HBCD = $0,28$; β -HBCD $<0,03$ e γ -HBCD $<0,1$). Os autores verificaram que as concentrações de HBCD nos atuns recolhidos no hemisfério norte eram aparentemente mais elevados do que os do hemisfério sul. Esses resultados foram relacionados a maiores graus de industrialização e atividades agrícolas no hemisfério norte, onde foi relatado uma procura de 97% do HBCD em países da América do norte, Europa e Ásia, contra 3% do resto do mundo (Breivik *et al.*, 2002; Voldner *et al.*, 2005; BSEF, 2005).

Um estudo realizado por Lee e colaboradores (2016) teve como objetivo fazer uma retrospectiva de amostras de ar recolhidas em 2005 no âmbito da Rede de Amostragem Passiva Atmosférica Global na época em que a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes entrou em vigor. Os resultados são apresentados para

vários novos retardantes de chamas, incluindo o HBCD. Estes resultados representam as primeiras distribuições à escala global no ar para HBCD. No Brasil, a área de estudo foi em Indaiatuba, no estado de São Paulo, onde foi encontrada concentrações variando de $<0,1-190 \text{ pg m}^{-3}$. Esses valores precisam ser mais explorados, pois algumas áreas remotas, como por exemplo na Suécia, apresentaram valores similares ($<1-280 \text{ pg m}^{-3}$) (Remberger *et al.*, 2004). No entanto, na África do Sul, foram encontrados valores mais baixos, com uma média de aproximadamente $1,47 \text{ pg m}^{-3}$. Na China, entre os anos de 2007 e 2008, foram encontradas concentrações de HBCD variando de 3,9 a 6700 pg m^{-3} .

Em relação ao monitoramento de HBCD em leite, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), em cooperação com o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), desenvolveu um estudo, executado de 2011 a 2013, para determinar as concentrações desse composto em leite humano, levando em consideração os protocolos da Organização Mundial da Saúde (OMS) e o protocolo nacional do estudo realizado em 2002 (BRAGA *et al.*, 2002 apud Fiocruz, 2014). Os HBCDs foram determinados somente nas amostras compostas regionais. A Região 1 corresponde a: Cuiabá/MT (1), Porto Velho/RO (2), Rio Branco/AC (3), Boa Vista/RR (4), Belém/PA (5); a Região 2 corresponde a São Luís/MA (6), João Pessoa/PB (7), Recife/PE (8), Maceió/AL (9), Salvador/BA (10); e a Região 3 corresponde a Goiás/GO (11), Belo Horizonte/MG (12), Rio de Janeiro/RJ (13), São Paulo/SP (14), Florianópolis/SC (15). Os valores entre parênteses correspondem ao n amostral de cada local. As concentrações dos três isômeros da grande região 3 ficaram abaixo do limite de quantificação ($<0,05 \text{ ng g}^{-1}$). O valor médio da soma de HBCDs foi calculado em $0,44 \text{ ng g}^{-1}$ de gordura, a partir das concentrações das Grandes Regiões 1 e 2 (Fiocruz, 2014). A comparação do valor médio do Brasil com os níveis médios obtidos em outros países mostra que a concentração média do Brasil fica entre as menores. Somente o valor médio de $0,23 \text{ ng g}^{-1}$ de gordura obtido nas Filipinas é menor do que o do Brasil.

Em um estudo realizado em 2017 pelo IPEN (IPEN, 2017), verificou-se que a reciclagem de plásticos contendo produtos químicos tóxicos, como retardantes de chama, encontrados em resíduos eletrônicos, resulta na contaminação de novos brinquedos de plásticos para crianças. No entanto, não foram encontradas concentrações de HBCD em cubos plásticos coletados no Brasil.

2.3.4. Avaliação do Hexaclorobutadieno - HCBd (Anexos A e C)

HCBd na Convenção de Estocolmo

Em maio de 2015, o HCBd foi incluído nos Anexos A e C da Convenção de Estocolmo. O HCBd é uma substância alifática halogenada originária principalmente da indústria química como subproduto da fabricação de solventes clorados, especialmente tricloroetileno, tetracloroetileno (ou percloroetileno), tetraclorometano e hexaclorociclopentadieno (um intermediário na síntese de agrotóxicos ciclodieno). Também pode ser produzido pela cloração do butano ou seus derivados clorados (UNEP, 2017a). As emissões antropogênicas de HCBd podem se originar de fontes intencionais e não intencionais, além de descarte histórico de resíduos e caracterização de áreas contaminadas. Mesmo em baixas concentrações, o HCBd apresenta efeitos genotóxicos relevantes em organismos (FOSTER, 2016).

Historicamente, o uso industrial do HCBd tem sido na produção de agrotóxicos, biocidas, fungicidas, algicidas, lubrificantes, síntese de produtos à base de borracha, fabricação de clorofluorcarbono, produção de grafite, produção de alumínio, produção de borracha, produção de polímeros, produção de plásticos elastoméricos, agente de purificação (recuperação de odor), licor de lavagem (purificador de gás) para hidrocarbonetos, agente adsorvente para contaminantes gasosos, produção de gás cloro, fluidos hidráulicos, líquidos em giroscópios, fluido termoestável (transformadores) produção de solvente clorado (não intencional) e produção de magnésio (não intencional) (WANG; BIE; ZHANG, 2018; ZHANG *et al.*, 2019)

A maior produção de HCBd é relatada como tendo ocorrido durante as décadas de 1970 e 1980, estimando-se que apenas para o ano de 1982 cerca de 10.000 toneladas foram produzidas comercialmente no mundo (UNEP, 2012b). Atualmente, a produção intencional de HCBd não é mais relatada para países da Comissão Econômica Europeia das Nações Unidas (UNECE), incluindo também EUA e Canadá (UNECE, 2009). A geração/produção não intencional de HCBd no mundo, por outro lado, é considerada relevante e muitas vezes ultrapassa localmente sua síntese comercial. Em 2016, a produção chinesa de tricloroetileno e percloroetileno foi de 545.000 e 17.000 toneladas/ano, respectivamente, com uma produção não intencional correspondente de HCBd de 73,0% e 24,5% (WANG; BIE; ZHANG, 2018).

Pouco se sabe sobre o uso, produção e emissões de HCBd nas Américas, que inclui o Brasil. No entanto, informa-se que existem 17 indústrias produtoras de clorados nas Américas, cinco das quais no Brasil, e três das maiores também localizadas no país,

a saber: Dow, Braskem e Unipar Carbocloro (VALLETTE, 2018). O mesmo inventário informa que a empresa Dow produziu tetraclorocarbono e perclorocarbono até 2009, compostos com alto risco de geração não intencional de HCBD durante a produção. Muitas dessas indústrias declaram, no entanto, produzir atualmente outros produtos clorados com baixo risco de geração de HCBD, como cloreto de polivinila (PVC), dicloroetileno (EDC), dicloropropileno, monômero de cloreto de vinila (VCM), entre outros. (VALLETTE, 2018). Ainda assim, mesmo na produção de alguns desses compostos clorados, o HCBD é formado (UNEP, 2017a, 2019a).

Produção de HCBD

Uma antiga fábrica em Cubatão (SP) produziu de 5.000 a 9.000 toneladas de HCBD entre os anos de 1974 e 1993 (MMA, 2020f). A empresa enterrou indevidamente uma mistura de substâncias organocloradas durante os anos de 1974 e 1993, em que a proporção de HCBD é estimada em 25 a 45%. A mistura foi retirada e depositada em um "posto de espera" construído em São Vicente, onde permanece desde 1987 e, atualmente, estima-se um total de 33 mil toneladas de solo contaminado com HCBD para a região (MMA, 2020f).

Ao todo, foram selecionadas 65 associações industriais e 592 empresas individuais consideradas relevantes para avaliações sobre HCBD, contatadas por ofícios enviados pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Apenas uma resposta foi obtida, relatando o mesmo caso da presença de resíduos de HCBD na área anteriormente ocupada pelo complexo industrial de Cubatão. No entanto, pouco se sabe sobre a ocorrência de HCBD em matrizes ambientais ou amostras de tecidos humanos na região (MMA, 2020f).

Comércio de HCBD

Não foram identificados códigos alfandegários específicos para rastreamento de HCBD, pois não há especificação ou comercialização de subprodutos de solventes clorados (MMA, 2020f). A nova orientação do PNUMA aponta que o HCBD é comercializado sob o código do sistema harmonizado (HS) "Outros derivados clorados insaturados de hidrocarbonetos acíclicos" juntamente com outros produtos químicos e que, por sua vez, podem ser usados em combinação com o número CAS ou nomes comerciais para consultar dados aduaneiros do HCBD (UNEP, 2019a). No entanto, ao consultar a base de dados Comtrade, o código HS mencionado na orientação não está disponível. Na verdade, existem quatro (04) códigos HS relativos a derivados clorados insaturados de hidrocarbonetos acíclicos no banco de dados Comtrade, mas não foi

possível encontrar nenhuma informação sobre o HCBd usando o código HS 290329 (MMA, 2020f).

Ocorrência de HCBd no Brasil

Com base na revisão de literatura, foi possível identificar 32 publicações que mencionam a ocorrência de HCBd no Brasil. Destas, 10 analisaram amostras ambientais abióticas, mas apenas duas relataram concentrações relevantes ao analisar a água do rio (<2,0 mg L⁻¹ a 6,0 mg L⁻¹) e amostras atmosféricas (<20-25 pg m⁻³) (CUNHA *et al.*, 2011; RAUERT *et al.*, 2018a). Todas as demais publicações analisaram amostras como solo, sedimento, águas superficiais e de fundo, mas apresentaram valores de concentração abaixo dos limites de detecção estipulados nos estudos e/ou não foram detectadas concentrações (CETESB, 2001; MACHADO *et al.*, 2005; LIA, 2008).

Muitas publicações relataram protocolos padronizados sobre a qualidade da reutilização de resíduos. Entre eles, destacamos o reaproveitamento de lodo de estações de tratamento de efluentes (doméstico e industrial), além de resíduos provenientes da construção civil e da indústria madeireira (FARAGE *et al.*, 2013; FREITAS *et al.*, 2019; VIEIRA & MONTEIRO, 2015). No entanto, para todas essas publicações, as concentrações de HCBd estavam invariavelmente abaixo dos limites metodológicos de detecção, estipulados para cada estudo (variando de <0,1 a <0,0001 mg L⁻¹).

Três publicações relataram o uso do HCBd como solvente para uso laboratorial entre o início e meados dos anos 2000, principalmente para laboratórios de química em universidades que avaliaram o grau de qualidade de diferentes combustíveis (GHESTI *et al.*, 2006; MENDES *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2007). Acredita-se que os usos atuais do HCBd em centros de pesquisa estão em desuso ou são considerados de pequena escala em comparação com outras atividades industriais (por exemplo, produção de solventes clorados) (UNEP, 2019a). Mesmo assim, não relatar esses usos pode subestimar os estoques reais de HCBd em diferentes países, especialmente para aqueles em desenvolvimento ou em transição econômica (por exemplo, Brasil e outros países da América Latina) (IPEN, 2017).

A revisão da literatura aponta para a carência de estudos científicos realizados pelos programas de pós-graduação brasileiros, que são os principais produtores de conhecimento científico no país. Além disso, é importante destacar que apesar da identificação de uma área potencialmente contaminada em Cubatão, São Paulo, o HCBd não foi monitorado na região (MMA, 2020f).

2.3.5. Avaliação dos Naftalenos Policlorados - PCNs (Anexos A e C)

PCNs na Convenção de Estocolmo

Em maio de 2015, todos os PCNs foram adicionados aos Anexos A e C da Convenção de Estocolmo. Os PCNs são compostos orgânicos halogenados que consistem em moléculas aromáticas naftênicas planares, nas quais os átomos de hidrogênio podem ser substituídos de dois a oito átomos de cloro. Dadas as várias quantidades e posições que os átomos de cloro podem assumir dentro da molécula, os PCNs compreendem um total de 75 congêneres que são divididos em sete grupos homólogos: dicloro- (di-CNs), tricloro- (tri-CNs), tetracloro- (tetra-CNs), pentacloro- (penta-CNs), hexacloro- (hexa-CNs), heptacloro- (hepta-CNs) e octacloro- (octa-CNs) naftalenos. As propriedades físico-químicas variam amplamente entre os grupos, sendo o teor de cloro determinante no comportamento ambiental: CNs altamente clorados estão associados a menor volatilidade e solubilidade, e maior lipofilicidade.

Os PCNs foram amplamente produzidos entre as décadas de 1910 e 1970 e vendidos principalmente como misturas técnicas. Dadas as semelhanças químicas e estruturais entre os PCNs e os PCBs, eles compartilharam a maioria de suas aplicações internas, como fluidos de transformadores e capacitores, aditivos de lubrificantes etc. Ainda assim, algumas estimativas sobre a produção global de PCNs apontam que ela representa cerca de um décimo do que havia sido a produção global de PCBs (BELAND & GEER, 1973; UNEP, 2013a). No geral, a produção de PCNs está extinta entre os países da UNECE, com exceção daqueles destinados a fins analíticos em práticas laboratoriais e para a produção de naftalenos polifluorados (PFNs).

Uma vez que os PCNs são compostos de uso industrial, surgiram várias questões relativas à exposição ocupacional, revelando sintomas semelhantes aos normalmente detectados em casos de intoxicação por PCBs e furanos, como cloracne e doenças hepáticas (IPCS, 2001). Em relação aos seus comportamentos ambientais, alguns PCNs demonstraram ter elevados potenciais de bioacumulação para organismos aquáticos e terrestres (UNEP, 2012c), e alta capacidade de dispersão, tendo sido detectados até mesmo em amostras atmosféricas de regiões antárticas (BIDLEMAN *et al.*, 2010).

A decisão pela inclusão dos PCNs no âmbito da Convenção não enfrentou resistência dos países-partes, exceto a Rússia, que declarou sua demanda como substâncias intermediárias durante a produção dos PFNs. Portanto, esse uso foi assinalado como uma exceção específica.

Produção de PCNs

Apesar de os PCNs serem amplamente produzidos em vários países do mundo, não há registros que indiquem que tenham sido fabricados no território brasileiro. Das 968 instituições contatadas por meio do ofício enviado pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, apenas o Ministério do Transporte informou que a antiga Rede Rodoviária Federal era usuária de óleos termo isolantes parafínicos e naftênicos, além de PCBs, até a época da sua extinção em 1999. A declaração, no entanto, além de não fornecer uma estimativa do volume utilizado durante o tempo de funcionamento da instituição, é inconclusiva sobre a natureza do composto utilizado, uma vez que óleos isolantes naftênicos não clorados podem ser utilizados para aplicações semelhantes (MMA, 2020g).

Comércio de PCNs

Os registros históricos de importação e exportação de PCNs foram consultados através do Comex Stat utilizando códigos de rastreamento NCM. Foram identificados dois códigos específicos para PCNs, ambos sob o rótulo "cloronaftalenos": o NCM 29036915, válido de 1997 a 2011, e o NCM 29039915, a partir de 2012. Durante todo o período, não houve registro de exportação de nenhum produto sob os referidos códigos, reforçando a inexistência ou não representatividade da produção de PCNs no Brasil (MMA, 2020g).

A respeito das importações, registrou-se no mesmo período uma soma de 1,7 toneladas líquidas, com o pico em 2017, quando foram importados 930 kg em um único ano. Vale destacar que a NCM, por ser um código genérico, não traz informações individualizadas sobre cada um dos produtos que podem ser incluídos na mesma classificação. Portanto, não é possível distinguir no total das importações na categoria geral "cloronaftalenos" a participação de mono-CNs - não listado pela Convenção de Estocolmo - dos outros 7 grupos homólogos abrangidos pela classificação de POPs. No entanto, considerando que o uso mundial de PCNs em bens de consumo se estendeu até a década de 2000 no caso de aplicações de borracha de cloropreno/ clorobutadieno, pode-se supor que a partir de 2001, as importações registradas sob essas NCMs deveriam ser representadas apenas pelo congêneres monoclorado (MMA, 2020g).

Com o objetivo de cobrir um período de tempo maior antes da interrupção da produção global de PCN, foram avaliados registros sob os antigos códigos de rastreamento NBM, também fornecidos via banco de dados Comex Stat para 1989 a

1996. Foram identificados três códigos relacionados a PCNs: NBM 2903691201 ("mono e dicloronaftalenos"), NBM 2903691202 ("tetracloronaftaleno e octacloronaftaleno") e NBM 2903691299 ("qualquer outro cloronaftaleno"). Enquanto o segundo código não revela registros de transações para todo o período e os outros dois também não registraram exportações, o NBM 2903691201 registrou a importação de 1,5 toneladas líquidas e o NBM 2903691299 totalizou 7,4 toneladas líquidas. No primeiro caso, o principal parceiro comercial tem sido a Alemanha (53% das importações) e no segundo, o Reino Unido (54%) (MMA, 2020g).

Não foram encontrados códigos NCM ou NBM para PFNs, para os quais na produção é permitida a utilização de PCNs como exceção específica pela Convenção. Além disso, como a produção mundial de PCNs foi drasticamente reduzida desde a década de 1970, não foi feita uma avaliação da entrada de PCNs por meio da importação de bens de consumo, exceto os produtos cloropreno/clorobutadieno, que ainda poderiam conter PCNs até 2000. Para este último, foram identificadas duas NCMs: NCM 40024100 ("Látex de borracha de cloropreno (clorobutadieno - CR)") e NCM 40024900 ("Outras borrachas de cloropreno - clorobutadieno - em folhas etc.). De 1997 a 2000, foram registrados montantes de importação de 378,8 toneladas para o primeiro NCM e 37.761,4 toneladas para o segundo. Em um cenário em que a totalidade dos volumes mencionados continha PCNs em sua formulação e considerando que a concentração relatada desses compostos em borrachas de cloropreno pode variar entre 36 e 45 g kg⁻¹ (YAMAMOTO *et al.* 2005; YAMASHITA *et al.* 2003), estima-se que cerca de 1.373 a 1.716 toneladas líquidas de PCNs poderiam ter entrado no país junto com os produtos aos quais poderiam ter sido adicionados (MMA, 2020g).

O mesmo procedimento foi realizado para os comércios de produtos de cloropreno registrados entre 1989 e 1996, sendo identificados quatro códigos: NBM: 4002410000 ("Borracha de cloropreno (clorobutadieno), látex"), NBM 4002490100 ("Borracha de cloropreno (clorobutadieno), em folhas/fls/conjuntos"), NBM 4002499900 ("Borracha de cloropreno (clorobutadieno), em outras formas") e NBM 4008119901 ("Folhas de cloropreno/fls/; etc. c/reforço de tecido"). Ao todo, o Brasil importou 616.007 toneladas sob as quatro NBMs durante os sete anos e, se a totalidade dos produtos contivesse PCNs em suas formulações, cerca de 22.176,25 a 27.720,32 toneladas de PCNs teriam entrado no país durante o referido período (MMA, 2020g).

PCNs não intencionais no Brasil

Sabe-se que as misturas comerciais de PCBs podem conter PCNs produzidos involuntariamente em concentrações que variam de 40 a 1.300 mg/kg (UNEP, 2017b).

Considerando o inventário nacional de PCBs realizado em 2015, foi estimado um volume de 823.886 litros de óleo possivelmente contaminado por PCBs com base na análise de 1.940 equipamentos ativos e em desuso. Com base nisso, pode-se estimar que tais misturas podem conter potencialmente de 33 g a 1.071 kg de PCNs não intencionais. Considerando que os PCBs foram utilizados no país, especialmente os contidos nos óleos PCBs, pode ter havido uma maior quantidade de PCNs não intencionais no Brasil durante o pico de seu uso (MMA, 2020g).

A presença de PCNs não intencionais também foi detectada em misturas comerciais de CPs na Ásia, em concentrações semelhantes às de PCBs, medidas em partes por milhão (TAKASUGA *et al.*, 2012). Assim, levando em consideração a alta produção anual de CP globalmente, é possível que vários produtos aos quais os CPs são adicionados também contenham PCNs. No entanto, ainda há necessidade de mais estudos que avaliem as faixas de concentração de resíduos de PCN nas principais misturas comerciais de CP e produtos contendo CP (MMA, 2020g).

Ocorrência de PCNs no Brasil

Seguindo o protocolo para revisões de literatura, não houve estudos abordando PCNs em amostras brasileiras de qualquer tipo, em nenhuma das bases de dados utilizadas. No entanto, considerando a ocorrência não intencional de PCNs em PCBs e SCCPs, pode haver uma lacuna relevante de informações sobre a ocorrência de PCNs no país, uma vez que tanto PCBs quanto SCCPs têm sido utilizados no Brasil (UNEP, 2019b).

2.3.6. Avaliação de Parafinas Cloradas de Cadeia Curta - SCCPs (Anexo A)

SCCPs na Convenção de Estocolmo

Em maio de 2017, as SCCPs foram adicionadas ao Anexo A da Convenção de Estocolmo, entrando em vigor para a maioria dos Países-Partes um ano depois. As SCCPs são uma subcategoria das parafinas cloradas (CPs), ou n-alcanos policlorados, com comprimentos de cadeia que variam de 10 a 13 carbonos. Os CPs são produzidos a partir da cloração (adição de átomos de cloro) de matérias-primas de n-alcanos e podem ainda ser categorizados como CPs de cadeia média (C14-C17, MCCPs) ou CPs de cadeia longa (C18-C30, LCCPs) (DE BOER, 2010). Ainda assim, produtos de CP de cadeia superior contendo traços de C10 a C13 podem resultar na formação de misturas contendo SCCPs (UNEP, 2010b; 2018b). Além disso, é possível que a matéria-prima para a produção de CPs possa conter outros compostos químicos, aromáticos e alcenos (UNEP/POPS/POPRC.6/INF/15), que pode resultar na formação não intencional de

outros POPs como, por exemplo, PCNs, PCBs, PeCB e HCB, que já foram detectados como impurezas em misturas técnicas de CPs (TAKASUGA *et al.*, 2012, 2013).

A estabilidade hidrolítica, térmica e química, juntamente com as características relativamente inertes das SCCPs, os tornam consideravelmente resistentes à degradação e adequados para uma ampla gama de aplicações industriais e não industriais, como aditivos retardantes de chama, lubrificantes, plastificantes, refrigerantes no processamento de metais, selantes, adesivos e tintas anti-incrustantes, e também têm sido usados como alternativa aos PCBs e PCNs em uma ampla gama de aplicações abertas como aditivos em tintas, selantes, cabos e adesivos, por exemplo.

A produção mundial de PCs em escala comercial teve início na década de 1930, crescendo vertiginosamente ao longo dos anos até atingir níveis alarmantes no século XXI, quando a China se tornou o principal fabricante mundial, aumentando sua produção de 260 mil toneladas por ano em 2006 para 1 milhão de toneladas por ano em 2013 (XU *et al.*, 2014; ICAIA, 2012; 2013 e 2014). Atualmente, estima-se que a produção global de CPs já seja superior a dois milhões de toneladas por ano e, apesar das estimativas de produção em relação ao comprimento da cadeia de carbono serem muito limitadas, Glüge e colegas (2016) estimaram que a produção global de SCCPs poderia se aproximar de 165.000 toneladas por ano. Isso foi em um cenário mínimo e em um período em que a produção total estimada de CPs era metade da de hoje. No entanto, antes da listagem de SCCPs como POPs pela Convenção de Estocolmo.

SCCPs podem ser liberados para o meio ambiente em qualquer estágio de seu ciclo de vida, sendo também considerados como persistentes, bioacumuláveis e tóxicos especialmente para organismos aquáticos, e propensos ao transporte de longa distância (UNEP, 2015b). A Convenção também estabelece que misturas de CP com teores de SCCP superiores a 1% também devem ser consideradas POPs. No entanto, apesar de terem sido adicionadas ao Anexo A, várias exceções específicas para SCCPs foram listadas, incluindo várias das aplicações anteriormente destacadas.

Produção de SCCPs

O governo brasileiro informou, em 2007, ao Secretariado da Convenção de Estocolmo, que o país figurava como fabricante de SCCP, com uma produção de 150 toneladas por ano na época e um consumo interno duas vezes maior, que seria suprido pela importação do volume que faltava (BRAZIL, 2007). De acordo com a ABIQUIM, a produção atingiu 360 toneladas por ano no passado, e a principal aplicação doméstica de SCCPs no país é como retardante de chama em artigos de borracha, amplamente

utilizado na fabricação de tapetes automotivos e outros componentes de veículos automotores, exceto em pneus. A aplicação de CPs em fluidos metalúrgicos, tintas, lacas e processamento de couro é considerada irrelevante no país (MMA, 2020h).

Das 82 associações industriais e 1.264 empresas individuais contatadas por meio do ofício enviado pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, apenas seis forneceram informações relevantes sobre aplicações de SCCP ou CP no Brasil. Com as informações coletadas até o momento, nada indica a existência de produção nacional de qualquer tipo de PCs nos últimos dez anos. Um dos respondentes foi a única empresa relatada anteriormente que já produziu SCCPs no território brasileiro, que afirmou que a produção de CPs durou da década de 1980 até agosto de 1994, sem informar, no entanto, sobre especificações adicionais do comprimento da cadeia. A empresa declarou que os CPs produzidos costumavam ser vendidos sob o nome comercial "Clorax" e costumavam ser aplicados principalmente como plastificante para a maioria das borrachas sintéticas. A fabricação do Clorax foi interrompida com o fechamento da unidade produtiva em São Paulo, em 1994, por inviabilidade de produção. A empresa também informou que suas últimas vendas ocorreram em 2011, para uma empresa de matéria-prima para a indústria da borracha (MAPRIBOR LTDA), com volume de 1.159 kg (MMA, 2020h).

Comércio de SCCPs

Outras três empresas que responderam ao ofício enviado pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima informaram comercializar CPs. Uma empresa de tintas e revestimentos do estado de São Paulo informou importar, duas vezes por ano, cerca de sete toneladas da mistura LCCP Celeclor 48 (CAS No.: 063449-39-8) (MMA, 2020h).

Outra empresa localizada no mesmo estado relatou ter utilizado CPs de 2011 a 2018 como matéria-prima para a fabricação de um lubrificante (Gardolube L 6083) utilizado para trefilação de aços especiais. Apesar de não ter informado os volumes ou a proporção de CPs neste produto lubrificante, a empresa informou que a matéria-prima utilizada é um MCCP, Cereclor S 52 (MCCPs; CAS No: 85535-85-9). A referida matéria-prima possui um teor de cloro de 42% a 60%, sendo vendida pelo fornecedor para ser utilizada em aplicações como aditivos ignífugos, plastificantes secundários em PVC, plastificantes em tintas, lubrificantes e aditivos lubrificantes de extrema pressão (óleos de corte/metalurgia), selantes e adesivos e amaciadores. O fornecedor brasileiro do Cereclor S 52 também respondeu às consultas, informando que a substância era importada da Europa até 2013, quando passou a importar Klorfin (CP 52%) da Índia (*Kutch Chemical Industries Limited*) e, a partir de 2020, mudou para Aryaffin B2/52

(*Grasim Industries Limited*), também da Índia (MMA, 2020h).

A terceira empresa a responder à carta informou comercializar CP-52 (parafina clorada 50-52%) e forneceu seu histórico de vendas e compras de CPs nos últimos cinco anos. Com base na balança comercial de CPs desta empresa, de janeiro de 2014 a março de 2019 foram importadas cerca de 1.241 toneladas de misturas técnicas de CPs, permitindo ainda identificar outras 50 empresas em todo o país que utilizam o produto em alguma etapa de seus processos, e outras 12 empresas com compras inferiores a cinco quilos. Todas as empresas compradoras estão localizadas no Estado de São Paulo, sendo as principais compradoras principalmente relacionadas à indústria de polímeros (principalmente plásticos), seguida pela indústria de lubrificantes (principalmente as de processamento de metais, mas também na indústria automotiva). Destaca-se também que o total de vendas é inferior ao total de compras da empresa, o que pode sugerir que esta utilize parte de seu estoque de PCs para fabricar seus próprios produtos manufaturados. De acordo com os dados apresentados, mais de 95% (540.000 kg) de todos os CPs adquiridos pela empresa nos últimos cinco anos (563.750 kg) foram importados de uma empresa indiana (*Kutch Chemical*). Os 4,4% restantes (23.750 kg) foram adquiridos de outras empresas que também estão entre seus compradores. O maior volume de compras de CP ocorreu em 2016 e 2014 (MMA, 2020h).

Para avaliar o comércio exterior de CPs, foram utilizados os registros históricos de importação e exportação fornecidos pelo ME por meio de seu banco de dados para comércio internacional (Comex Stat), compilando dados de 113 NCMs consideradas relevantes para as avaliações de CP. Informações detalhadas foram recentemente publicadas por Guida e colaboradores (2022). De acordo com a Receita Federal do Brasil em 2010, existem três códigos NCM genéricos sob os quais SCCPs podem ser comercializados (NCM 29.03.19.90, NCM 34.04.90.19 e NCM 38.24.90.89), em que o Brasil importou 7.274 toneladas, 100.071 toneladas e 588.425 toneladas, respectivamente, de 1997 a 2019. As exportações registradas para os mesmos três códigos foram de 149.176 toneladas, 26.408 toneladas e 142.235 toneladas no período. Ainda foram identificadas outras 13 NCMs possivelmente relacionadas a misturas de CPs ou produtos à base de CPs, cujas importações em conjunto correspondem a 1.559.442 toneladas no período analisado (MMA, 2020h).

Além disso, NCMs relacionadas a produtos possivelmente contendo SCCPs como aditivos também foram selecionadas para o inventário, sendo divididas em oito categorias de produtos. Em relação aos produtos de PVC, em que o teor de SCCP pode variar de 3% a 32% em peso (CHEN *et al.*, 2021; GUIDA *et al.*, 2020; MCGRATH *et al.*, 2021), os 12 códigos NCM de produtos suscetíveis de conter CP identificados

registraram importações globais de 1.212.830 toneladas entre 1997 e 2019, com uma média anual de 75.574 toneladas nos últimos cinco anos, sendo aproximadamente 26% provenientes da China. Em relação aos produtos de borracha, em que o teor de SCCP pode chegar a 17% em peso (GUIDA *et al.*, 2020), sete NCMs foram selecionados como de interesse especial para avaliações de CP: cinco correspondentes a borrachas cloradas e cloropreno (responsáveis por 712.425 toneladas importadas no período analisado) e duas a correias de transmissão e transportadores (que é um uso dispensado pela Convenção de Estocolmo, registrando 2.600 e 9.600 toneladas importadas, respectivamente) (MMA, 2020h).

Além disso, os adesivos podem atingir até 30% do teor de SCCP no peso do produto e podem ser baseados em diversos materiais, entre eles o poliuretano. De fato, foi demonstrado que 5% da produção de SCCP na China é destinada a adesivos de espuma de poliuretano. Por isso, foram selecionados três códigos NCM para rastrear adesivos, registrando uma importação total de 601.876 toneladas no período analisado. Com relação ao material de poliuretano, foram registradas 488.731,3 toneladas de produtos importados, sendo 89.466,27 correspondentes a poliuretanos adesivos (MMA, 2020h).

Ocorrência de SCCPs no Brasil

A revisão da literatura revelou um total de 10 estudos considerados relevantes para a análise da ocorrência de PCs no Brasil. Destes, três relataram a ocorrência de CPs em amostras ou produtos bióticos ambientais, um relata o uso de CP em um teste de retardante de chama (BARBOSA *et al.*, 2007), e seis indicam o Brasil entre os produtores de SCCPs (IPEN, 2007; UNEP, 2007; UNEP, 2015b; GLÜGE *et al.*, 2016; LIU *et al.*, 2017; VORKAMP *et al.*, 2019). Os estudos que analisaram amostras brasileiras de poeira interna de várias cidades (até 3,4 mg kg⁻¹ em Campinas) (GREENPEACE, 2004), brinquedos infantis (até 13.973 mg kg⁻¹ em patos de borracha) (IPEN, 2017), pneus de carro (0,3 µg g⁻¹) (BRANDSMA *et al.*, 2019). O estudo que relata um teste de CP como retardante de chama não esclarece se o produto testado foi adquirido no mercado brasileiro ou importado para este fim. Os demais relatórios assumem que o Brasil se manteve como produtor de SCCPs, embora, conforme discutido anteriormente, não haja registros de produção de PCs no Brasil desde 1994. Nenhum dos estudos compilados foi obtido através da plataforma CAPES para teses e dissertações.

2.3.7. Avaliação do Ácido Perfluorooctanóico - PFOA, seus sais e compostos relacionados (Anexo A)

PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA na Convenção de Estocolmo

O PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA foram listados em 2019 no Anexo A da Convenção de Estocolmo. O PFOA é uma substância perfluorada, comumente utilizada como surfactante em aplicações industriais, podendo ser utilizada na síntese de polímeros e outras substâncias. Uma vez no meio ambiente, as substâncias relacionadas ao PFOA são degradadas em PFOA, o que pode causar efeitos nocivos aos organismos, incluindo humanos.

A empresa americana 3M iniciou a produção de PFOA em 1947 (KEMI, 2015). Em 1951, outra empresa, a DuPont, comprou o composto para uso na fabricação de um fluoropolímero, politetrafluoretileno (PTFE). Mais de dez anos depois, em 1968, substâncias organofluoradas foram detectadas no soro sanguíneo de americanos (TAVES, 1968). Somente em 1976 foi sugerido que os compostos detectados poderiam ser PFAS, como o PFOA (GUY, TAVES and BREY, 1976). Em 1999, o PFOA foi identificado no sangue de funcionários de indústrias que produziam compostos organofluorados (OLSEN *et al.*, 2007). Isso levou a 3M a anunciar a eliminação progressiva da produção de PFOA em 2000. No entanto, a DuPont continuou produzindo e usando PFOA.

Na década seguinte, evidências científicas dos efeitos nocivos do PFOA na saúde humana e sua ubiquidade no meio ambiente levaram os principais produtores mundiais a se inscreverem no *Global PFOA Stewardship Program*, proposto pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA). O objetivo do programa era eliminar a produção de PFOA até 2015.

O PFOA é uma substância ambientalmente persistente cujas propriedades anfílicas conferem repelência tanto à água quanto ao óleo, o que o torna uma molécula valiosa para a indústria. Foi utilizado como tensoativo na produção de polímeros fluorados, conferindo-lhes a mesma característica repelente. Algumas das aplicações foram em tratamentos de superfície, em utensílios de cozinha, em tecidos e roupas, no tratamento de papel para embalagens de alimentos, entre outros (UNEP, 2017c).

Desde sua inclusão na Convenção de Estocolmo, em 2019, a produção e uso do PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA só podem ocorrer sob exceções específicas nos países signatários.

Produção de PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA

O PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA foram produzidos em todo o mundo para uma variedade de aplicações industriais. Muitas das indústrias que podem utilizar essas substâncias em seus processos estão presentes no Brasil. O MMA enviou ofício a 1.368 empresas e associações empresariais, incluindo setores industriais, que podem utilizar o PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA em seus processos (MMA, 2020i).

Não houve retorno de nenhuma das 1.368 instituições em relação ao PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA. Não foi possível determinar a produção de nenhuma dessas substâncias (MMA, 2020i).

Comércio de PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA

O banco de dados MIDC para comércio internacional (Comex Stat) foi consultado sobre a importação e exportação de PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA em busca de códigos de rastreamento NCM. Nenhum NCM foi encontrado para PFOA e para qualquer um de seus 30 compostos relacionados listados pela OECD (OECD, 2007). Sem códigos específicos, essas substâncias podem ser comercializadas sob códigos genéricos que incluem diversos produtos além daqueles de interesse, o que dificulta ou impossibilita a obtenção de dados sobre sua importação e exportação (MMA, 2020i).

No entanto, códigos NCM para mercadorias que podem conter PFOA ou seus compostos relacionados, de acordo com as exceções específicas da Convenção, foram encontrados. Os códigos referiam-se a extintores, semicondutores e revestimentos fotográficos.

Nenhum dos códigos NCM acima é específico para PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA. Com base neles, não é possível estimar quantidades de PFOA vendidas no Brasil. Apenas mostram que a comercialização de artigos que podem utilizar PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA ocorre no país (MMA, 2020i).

Estoques PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA

Nenhuma das 1.368 empresas respondeu à consulta do MMA (MMA, 2020i). Sem a contribuição de potenciais interessados, não é possível identificar estoques de PFOA,

seus sais e compostos relacionados ao PFOA no Brasil.

Emissões de PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA e projeções futuras

Não foi possível estimar as emissões passadas e atuais nem fazer projeções futuras com base nas descobertas atuais do inventário do PFOA.

Ocorrência de PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA no Brasil

Uma revisão da literatura científica foi realizada para ter uma visão geral do PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA em amostras ambientais brasileiras (QUINETE *et al.*, 2009; PEREZ *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2020). A partir de bancos de dados online, dez estudos foram selecionados pelos critérios do protocolo (MMA, 2020i). Eles foram os mesmos estudos encontrados para a ocorrência de PFOS, uma vez que os autores geralmente visam medir um grupo de PFAS ambientalmente relevante que inclui tanto PFOS quanto PFOA.

Ao contrário do que foi encontrado para a ocorrência de PFOS em amostras ambientais brasileiras, as concentrações de PFOA estavam, na maioria dos casos, abaixo dos limites de detecção (DORNELES *et al.*, 2008; LEONEL *et al.*, 2008; QUINETE *et al.*, 2009). Apenas três dos sete estudos que investigaram amostras bióticas relataram concentrações detectáveis. Vale ressaltar, no entanto, que um estudo em que os autores mediram PFAS no sangue de mulheres grávidas encontrou uma correlação positiva entre as concentrações de PFOA e a restrição do crescimento fetal (SOUZA *et al.*, 2020).

Também é digno de nota que um estudo que investigou a ocorrência de PFAS em alimentos encontrou maior ocorrência e concentrações de PFOA quando comparado a PFOS (PEREZ *et al.*, 2014). Este foi o único caso em que a ocorrência e as concentrações de PFOA foram maiores do que PFOS em todos os dez estudos.

Em relação às amostras abióticas, o PFOA foi detectado com bastante frequência em amostras de água (QUINETE *et al.*, 2008; LOFSTEDT GILLJAM *et al.*, 2015). Mais importante ainda, o PFOA foi encontrado na água da torneira em duas cidades diferentes no Brasil, o que significa que as pessoas estão expostas ao beber água. Os níveis, no entanto, ficaram abaixo dos considerados prejudiciais pelas agências reguladoras internacionais (LOFSTEDT GILLJAM *et al.*, 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2018; SCHWANZ *et al.*, 2016).

2.3.8. Avaliação de DDT (Anexo B, Parte II)

O Brasil não registrou uma finalidade aceitável para o DDT para controlar vetores de doenças. Embora o DDT fosse amplamente utilizado para controlar a malária no passado, seu uso para este fim foi proibido em 1998 e a proibição total para qualquer finalidade ocorreu em 2009 (GUIDA *et al.*, 2018). Atualmente, o DDT é substituído por inseticidas piretróides (particularmente cipermetrina) em campanhas de saúde pública para combater a malária. As medidas antivetoriais disponíveis incluem gerenciamento ambiental, tratamento químico do lar através de pulverização com inseticidas residuais como os piretróides, particularmente a permetrina, que, embora menos eficazes que o DDT, são supostamente menos tóxicos para os seres humanos e menos prejudiciais ao meio ambiente. Outras medidas aplicáveis são o tratamento químico de espaços abertos através de pulverização espacial com inseticidas de Ultrabaixo Volume (ULV), nebulização térmica (fumacê) e tratamento de locais de reprodução (MS, 2005). Informações mais detalhadas sobre o DDT podem ser encontradas no primeiro NIP brasileiro (MMA, 2015a).

2.3.9. Avaliação de PFOS, seus sais e PFOSF (Anexo B)

PFOS, seus sais e PFOSF na Convenção de Estocolmo

Para o processo de atualização do NIP, o inventário nacional de PFOS, seus sais e PFOSF (MMA, 2015a) foi revisado e atualizado de 2018 a 2020 (MMA, 2020j). O PFOS, seus sais e PFOSF foram listados em 2009 no Anexo B da Convenção de Estocolmo. O PFOS é uma substância perfluorada, utilizada na forma de sais em algumas aplicações, podendo ser incorporada em polímeros e outras substâncias. No meio ambiente e no corpo humano, o PFOS é comumente encontrado em sua forma aniônica, porém, não é uma substância de ocorrência natural.

A produção de PFOS começou na década de 1940 pela 3M. Em 1968, substâncias organofluoradas foram encontradas no soro do sangue humano (TAVES, 1968). Em 1999, o PFOS foi identificado no sangue de funcionários de indústrias que produziam compostos fluorados (OLSEN *et al.*, 2007). A Agência de Proteção Ambiental dos EUA começou então a investigar a ocorrência da substância no meio ambiente e em seres humanos, levando a 3M a anunciar que eliminaria o PFOS e compostos relacionados a partir de 2000 (3M, 2000). Desde então, a produção mundial de PFOS, antes concentrada nos Estados Unidos, tem se concentrado na Ásia, onde ainda é produzida (UNEP, 2012a).

O PFOS é um composto persistente, com alta estabilidade química e térmica. Por suas propriedades anfífilas e pelo fato de, quando associado a polímeros, conferir-lhes as mesmas propriedades, é uma molécula de interesse para a indústria. O PFOS e suas substâncias relacionadas têm sido usados em tratamentos de superfície pela indústria, geralmente para produtos antiaderentes, tecidos impermeáveis e roupas. Também tem sido utilizado na produção de espumas de combate a incêndio e em diversas aplicações industriais, como no tratamento de papel para embalagens de alimentos. (UNEP, 2012a).

Desde sua inclusão na Convenção de Estocolmo, em 2009, a produção e uso de PFOS, seus sais e PFOSF só podem ocorrer sob exceções específicas e finalidades aceitáveis nos países signatários.

PFOS, seus sais e PFOSF no Brasil

O primeiro inventário de PFOS, seus sais e PFOSF, apontou que estas substâncias eram utilizadas no Brasil apenas para a produção de inseticidas para formigas à base de Sulfuramida (EtFOSA) e como um supressor de névoa em revestimento metálico na galvanoplastia. O primeiro uso foi considerado como uma finalidade aceitável, enquanto o segundo foi uma exceção específica que permitiu o uso de PFOS na galvanoplastia até 2018. Ambos os usos foram submetidos pelo Brasil ao Secretariado da Convenção (MMA, 2015a), endossando a relevância dessas aplicações no país. O Brasil ainda utiliza o PFOSF para a produção de iscas para formigas, mas deixou de utilizar substâncias relacionadas ao PFOS para revestimento metálico em 2017 (BRASIL, 2018). Estudos baseados em modelos ambientais com uso de predições, realizados, entre outros locais, no Brasil, na Baía de Todos os Santos (Bahia), Rio de Janeiro e Espírito Santo, estimaram a emissão de PFOS no ambiente. (GONZÁLEZ-GAYA *et al.*, 2014; LOFSTEDT-GILLJAM *et al.*, 2016).

Embora o Brasil tenha relatado apenas dois usos dos PFOS listados, outros processos e artigos de produção em potencial podem usar ou conter essas substâncias. É provável que no Brasil tenham ocorrido usos históricos, tais como proteção contra manchas em papéis e tecidos, surfactantes e espumas contra incêndios. Muitos destes artigos podem ainda estar em uso ou podem ter sido descartados em aterros sanitários, sendo assim fontes potenciais de liberação e emissão. Os aterros sanitários são de grande preocupação já que os PFOS listados e seus precursores podem lixiviar para o solo e águas subterrâneas, eventualmente alcançando o oceano (PAUL *et al.*, 2009).

Na galvanoplastia, os PFOS e suas substâncias relacionadas são utilizados como surfactantes, agentes umectantes e supressores de névoa. O principal uso é como eliminador de névoa em banhos em cromagem dura e processos decorativos, onde a névoa de ácido crômico é emitida. A eletrodeposição do cromo pelo PFOS evita que a névoa seja liberada no ar, sendo retida no banho e evitando a exposição do trabalhador à névoa de ácido crômico. Além disso, substâncias fluoradas, incluindo PFOS e suas substâncias relacionadas, podem ser utilizadas em tratamentos de superfície em processos de revestimento envolvendo cobre, níquel e estanho (UNEP, 2012).

Os principais compostos utilizados para galvanoplastia são o tetraetilamônio perfluorooctano (CAS 56773-42-3), o perfluorooctanossulfonato de potássio (CAS 2795-39-3), seus sais de lítio, a dietanolamina e os sais de amônio de PFOS. O Inventário Nacional de Novos Poluentes Orgânicos Persistentes para Uso Industrial identificou o uso do produto Bayowet FT248R, que tem o perfluorooctano tetraetilamônico como ingrediente ativo e é usado como eliminador de névoa em banhos em processos de cromagem dura e decorativa (UNEP, 2012). O Brasil relatou o uso de 1.876 kg de PFOS para galvanoplastia em 2011 e que descontinuou o uso de Bayowet e quaisquer outras substâncias relacionadas com PFOS em 2017 (BRASIL, 2018).

Os processos de cromagem dura e decorativa utilizam cromo hexavalente. Na cromagem decorativa, o cromo VI pode ser substituído pelo cromo III, o que reduziria ou eliminaria o uso de banhos de PFOS (UNEP, 2007). A substituição do cromo III em cromagem dura não é viável e, portanto, o uso do composto em sistemas fechados neste processo é uma finalidade aceitável (UNEP, 2007).

O uso destas substâncias em galvanoplastia pode ser permitido por meio de uma finalidade aceitável somente quando realizado em sistemas fechados (PNUMA, 2012). Quando realizado em sistemas abertos, a prática pode ser uma fonte pontual de PFOS e não é descrita como uma finalidade aceitável. No Brasil é possível que a prática seja realizada em sistema aberto, pois a cromagem é frequentemente realizada por pequenas empresas que podem não ter estruturas adequadas de gerenciamento de resíduos.

O uso do Bayowet, um produto baseado em PFOS utilizado em banhos no processo de cromagem, foi permitido através de uma exceção específica solicitada pelo Brasil. A exceção permitiu o uso de substâncias relacionadas ao PFOS em banhos para cromagem dura e decorativa em sistemas abertos por cinco anos. Em 2018, a Convenção retirou o uso como uma exceção específica e o composto não pode mais ser usado para este fim.

O MMA consultou 1.378 empresas que podem produzir ou fazer uso de PFOS, seus sais e PFOSF, incluindo empresas ligadas à indústria de galvanoplastia, revestimento e tratamento de superfícies, e uma associação nacional de tratamento de superfícies. Entretanto, não houve feedback de nenhuma das instituições consultadas com relação ao PFOS, seus sais e PFOSF.

Vários outros processos industriais e produção de artigos podem utilizar PFOS, seus sais e PFOSF. Foram enviados questionários a empresas e associações envolvidas em processos industriais ou fabricação de artigos relacionados com aqueles listados como finalidade aceitável ou exceção específica. Entretanto, não houve retorno de nenhuma das instituições consultadas com relação ao PFOS, seus sais ou PFOSF.

Produção de PFOS, seus sais e PFOSF

De acordo com o Inventário Nacional de Novos POPs para Uso Industrial (MMA, 2015a), o Brasil não produzia PFOS e a aplicação atual de PFOS, seus sais e PFOSF no país estava restrita à galvanoplastia e a produção de sulfuramida (EtFOSA) para ser utilizado em iscas para o controle de formigas cortadeiras do gênero *Atta* e *Acromyrmex*. Em seu quarto relatório nacional enviado à Convenção em 2018, o Brasil afirmou que encerrou o uso de substâncias relacionadas a PFOS para galvanoplastia em 2017 e que continuava usando iscas à base de Sulfuramida (BRAZIL, 2018a).

Para a produção de Sulfuramida — que atua como ingrediente ativo em iscas formicidas — o PFOSF é usado. Brasil produz, vende e exporta iscas à base de Sulfuramida. O agrotóxico é utilizado em todos os estados brasileiros e em alguns países da América Latina onde ocorrem os gêneros de formigas *Atta* e *Acromyrmex* (UNEP, 2012a). Entre 2009 e 2018, o Brasil informou ao Secretariado da Convenção de Estocolmo o uso de aproximadamente 50.000 kg de PFOSF por ano para a produção de EtFOSA (BRAZIL, 2018b).

No entanto, com base nos relatórios oficiais de produção e comercialização de agrotóxicos do IBAMA, entre 2010 e 2018, foram produzidas 232,9 toneladas do ingrediente ativo EtFOSA no Brasil (MMA, 2020j). Este valor corresponde a 25,9 toneladas por ano. A produção nacional de Sulfuramida teria consumido 41,4 toneladas de PFOSF anualmente, com base nos cálculos apresentados no NIP anterior (MMA, 2015b). Esse valor é inferior ao informado pelo Brasil ao Secretariado da Convenção de Estocolmo em 2018 (BRAZIL, 2018b).

De acordo com informações da Abraisca, como os números informados pelo Brasil de 2013 a 2017, referentes a quantidades usadas de PFOSF, foram calculados com base na produção de sulfluramida no período, as quantidades de PFOSF utilizadas **foram aproximadas** (em torno de 50.000 por ano) o que pode justificar as diferenças relatadas no NIP.

Comércio de PFOS, seus sais e PFOSF

Com base em uma consulta ao banco de dados de comércio internacional do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (Comex Stat), vários códigos alfandegários referentes a PFOS e substâncias relacionadas foram encontrados. Para vendas domésticas de Sulfluramida e isca formicidas, foram consultados os relatórios de produção e comercialização de agrotóxicos do IBAMA.

Códigos alfandegários específicos para PFOS e PFOSF foram criados em 2017. Entre 2017 e 2019, o Brasil importou 95.750 kg de PFOS e PFOSF, o equivalente a 31.916 kg por ano, da China e não exportou qualquer quantidade das substâncias (MMA, 2020j). Esse valor é inferior ao reportado pelo Brasil para a produção de Sulfluramida (BRAZIL, 2018a), portanto há uma inconsistência nos dados de importação da substância, o que levantou a possibilidade do PFOSF ainda estar sendo importado usando códigos genéricos.

Em relação à possibilidade do PFOSF ainda estar sendo importado usando códigos alfandegários genéricos, a Abraisca informou que todas as importações de PFOSF feitas pelas empresas da Abraisca, após 2017, foram realizadas o código específico para o PFOSF. A Abraisca atribui a diferença existente entre a quantidade importada de PFOSF e a utilizada na produção da sulfluramida aos estoques de PFOSF existentes no país.

O NIP anterior (MMA, 2015b) relatou que um código alfandegário genérico foi usado para importar PFOSF entre 1997 e 2016. No entanto, vários outros produtos químicos não relacionados aos PFOS também são importados sob esse mesmo registro. Portanto, não é possível estimar, com base nos dados deste código alfandegário, a importação e exportação de PFOS e PFOSF neste período (MMA, 2020j).

Em relação aos códigos alfandegários para substâncias relacionadas à galvanoplastia, de 2017 a 2019, o Brasil importou 35 kg de substâncias. As importações vieram da Alemanha, China, e Estados Unidos. Nenhum valor foi exportado (MMA, 2020j).

Os códigos alfandegários relacionados à Sulfluramida se dividem em duas categorias. Os códigos rotulados como Sulflurmida estão se referindo à Sulfluramida como um produto técnico que é 93% a 98% EtFOSA. Os códigos rotulados como agrotóxicos à base de Sulfluramida referem-se aos produtos comerciais, que são as iscas para formigas contendo entre 0,2 % e 0,3 % de EtFOSA.

Do produto técnico, entre 2004 e 2019, o Brasil importou 7.607 kg, o equivalente a 475 kg por ano. A importação veio dos seguintes países: Alemanha, Bélgica, Canadá, China, Estados Unidos, Hong Kong, Ilhas Virgens, Índia, República Tcheca e Suíça. No mesmo período, o país exportou 11.430 kg, o equivalente a 714 kg por ano, do produto técnico apenas para Argentina e França (MMA, 2020j).

Para os códigos aduaneiros referentes ao produto comercial, não há dados de importação entre 2004 e dezembro de 2019. No mesmo período, o Brasil exportou 4.675.172 kg, o equivalente a 292.198 kg por ano, de iscas formicidas a base de Sulfluramida - EtFOSA. O produto foi exportado para os seguintes países: Angola, Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Equador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname, Trinidad e Tobago, Uruguai e Venezuela (MMA, 2020j).

A partir das concentrações de Sulfluramida em produtos técnicos (PT) e iscas comerciais é possível estimar a quantidade de EtFOSA vendida entre 2004 e 2019. O Brasil teria importado aproximadamente 7.200 kg, equivalente a 470 kg por ano, e exportado aproximadamente 24.800 kg, equivalente a 1.550 kg por ano, de EtFOSA no referido período (MMA, 2020j).

Em relação às vendas internas de Sulfluramida, 223,57 toneladas de EtFOSA (ingrediente ativo) foram vendidas no Brasil entre 2010 e 2018. O maior número de vendas ocorreu no estado de Mato Grosso do Sul, seguido por Minas Gerais, São Paulo e Bahia. Juntos esses estados somam 83% de todas as vendas da substância em território nacional (MMA, 2020j).

Estoques de PFOS, seus sais e PFOSF

Apenas duas empresas relataram ter estoques de produtos relacionados ao PFOS. Ambos os estoques estão relacionados à produção ou comercialização de iscas formicidas a base de sulfluramida. Uma empresa informou ter em estoque 22.513,5 kg de quatro produtos comerciais diferentes e 0,58 kg de PT (98% EtFOSA). A outra empresa informou ter 180 kg de produtos comerciais em estoque.

Os estoques das duas empresas em conjunto corresponderiam a 68,6 kg de EtFOSA, com base nas concentrações de EtFOSA nos produtos comercial e técnico (MMA, 2020j).

Emissões de PFOS, seus sais e PFOSF e projeções futuras

As emissões potenciais de PFOS a partir da Sulfuramida foram estimadas. A biodegradação no solo foi considerada a principal transformação para o EtFOSA (LÖFSTEDT GILLJAM *et al.*, 2015). Zabaleta *et al.* (2018), mediu a transformação da EtFOSA em um mesocosmo planta/solo, usando amostras de solo brasileiras, encontrando rendimentos de PFOS na ordem de 34% para EtFOSA PT (ZABALETA *et al.*, 2018). Em experimentos recentes realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a transformação técnica do EtFOSA foi medida em duas amostras diferentes de solo agrícola brasileiro (EMBRAPA, 2021b). Eles encontraram rendimentos de PFOS de 29,9% e 29,8% (EMBRAPA, 2021b).

Assumindo rendimentos de PFOS da transformação de EtFOSA conforme calculado em um experimento por Zabaleta *et al.* (ZABALETA *et al.*, 2018), as 223,5 toneladas de EtFOSA comercializadas no Brasil entre 2010 e 2018 podem ter levado à emissão de 76 toneladas de PFOS ao meio ambiente (usando rendimentos de transformação técnica de EtFOSA) (MMA, 2020j). Assumindo rendimentos de PFOS da transformação técnica de EtFOSA, conforme medido pela EMBRAPA (EMBRAPA, 2021b), o comércio de EtFOSA no Brasil poderia ter levado à emissão de cerca de 63,7 toneladas de PFOS.

Projeções futuras

Com base em valores passados de produção e vendas, é possível observar uma tendência linear (usando regressão pelo método dos mínimos quadrados) e estimar projeções futuras. Isso foi feito para a produção e vendas domésticas de EtFOSA, a fim de estimar potenciais emissões futuras de PFOS.

Com base no cenário atual, a produção de Sulfuramida no Brasil em 2030 seria em torno de 60 toneladas por ano. Durante toda a década de 2020, o país produziria um total de 555 toneladas. Isso significa que a produção de EtFOSA dobrará na próxima década. As vendas domésticas de EtFOSA seguiriam uma tendência semelhante, sendo cerca de 60 toneladas de EtFOSA vendidas por ano em 2030.

A Abraisca questionou as estimativas apresentadas, indicando que “com base no histórico de utilização de iscas formicidas no Brasil, podemos afirmar que a previsão

de que dobrará a produção de sulfluramida na próxima década é incorreta. Apesar de haver previsão de aumento de área plantada, a quantidade de isca usada por área tratada, tem diminuído ao longo do tempo. Em uma previsão, bastante otimista, podemos admitir um incremento de produção de no máximo 50%".

Assumindo a biodegradação no solo das iscas formicidas a base da EtFOSA e fazendo os mesmos cálculos usados no inventário (MMA, 2020j), é possível estimar a emissão de PFOS até 2030 com base nas projeções acima. Usando os rendimentos de transformação de EtFOSA técnico, conforme relatado por Zabaleta *et al.* (2018), as emissões de PFOS devido a EtFOSA na década de 2020 podem ser de aproximadamente 189 toneladas. Usando os rendimentos medidos pela EMBRAPA (EMBRAPA, 2021b), as emissões de PFOS poderiam ser de cerca de 158 toneladas na mesma década.

Ocorrência de PFOS, seus sais e PFOSF no Brasil

Foi realizada uma revisão da literatura científica para investigar a ocorrência de PFOS, seus sais e PFOSF no Brasil. O protocolo de revisão é detalhado no inventário de PFOS, seus sais e PFOSF. Foi encontrado um total de dez publicações que atenderam aos critérios. Três delas também foram publicadas como dissertações ou teses como parte de cursos de pós-graduação brasileiros (MMA, 2020j).

Existem três estudos investigando a ocorrência de PFOS, entre outras substâncias per ou polifluoroalquílicas (PFAS), na biota aquática brasileira (DORNELES *et al.*, 2008; LEONEL *et al.*, 2008; QUINETE *et al.*, 2009). Em todos os três, PFOS foi o PFAS com maior ocorrência e maiores concentrações entre as amostras. As concentrações encontradas em organismos marinhos costeiros provavelmente refletem o uso continental de substâncias que se degradam em PFOS.

Dois estudos mediram a ocorrência de PFOS, entre outros PFAS, em amostras de sangue humano (KANNAN *et al.*, 2004; SOUZA *et al.*, 2020). O primeiro foi realizado em 2004, enquanto o segundo foi realizado em 2020. Ambos os estudos descobriram que os PFOS estavam presentes em todas as amostras, se apresentando como o PFAS com as maiores concentrações nas amostras de sangue analisadas em 2020. Um dos estudos também encontrou uma correlação positiva entre as concentrações de PFOS e a restrição do crescimento fetal (SOUZA *et al.*, 2020).

Houve quatro estudos investigando a ocorrência de PFAS, incluindo PFOS, em amostras abióticas, como solos, sedimentos e água (NASCIMENTO *et al.*, 2018; QUINETE *et al.*, 2009). O PFOS foi encontrado em 100% das amostras de água encanada no

Brasil. O PFOS também foi encontrado em águas fluviais, estuarinas, costeiras e de poços (QUINETE *et al.*, 2009; LOFSTEDT GILLJAM *et al.*, 2015; SCHWANZ *et al.*, 2016; NASCIMENTO *et al.*, 2018).

O PFOS parece estar presente em amostras ambientais no Brasil. No entanto, há uma enorme lacuna na amostragem e análise de PFOS no país. Foram amostrados apenas os estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia, e mesmo assim, a amostragem é feita em poucos locais específicos. Áreas fortemente industrializadas, como em São Paulo, não foram avaliadas quanto à ocorrência de PFOS, nem áreas agrícolas onde as iscas formicidas são mais utilizadas, como no Mato Grosso do Sul (MMA, 2020j).

2.3.10. Avaliação de emissões de POPs produzidos não intencionalmente - uPOPs (Anexo C)

Nem todos os POPs são substâncias químicas produzidas intencionalmente. Alguns deles, como os listados no Anexo C da Convenção de Estocolmo, podem ser formados como subprodutos de processos naturais e antropogênicos. No escopo de atualização do NIP brasileiro, apenas HCBd e PCNs foram contemplados. Suas possíveis produções e lançamentos não intencionais foram abordados em seus respectivos subcapítulos (2.3.5. e 2.3.8.). No entanto, considerando que mais de cinco anos se passaram desde o primeiro NIP brasileiro, um inventário revisado e atualizado para uPOPs, abrangendo todos os uPOPs listados no Anexo C, é necessário para uma implementação completa da Convenção de Estocolmo no Brasil.

O Inventário Nacional de Fontes e Estimativas de Liberações de Dioxinas e Furanos, desenvolvido em 2011, é uma base importante para o desenvolvimento de estratégias de redução de liberações dessas substâncias e indica as fontes prioritárias para o Plano de Ação. Os resultados do inventário mostraram um cenário sistematizado das liberações de dioxinas e furanos no Brasil. O inventário mostrou que o Brasil possui todas as fontes de emissão incluídas no toolkit e um potencial de liberação de 2.235 g TEQ de dioxinas e furanos. A maior participação foi do meio aéreo com 42,3% do total de emissões para o ar em 2008. Segue-se a liberação em resíduos, com 24,4%, e em terceiro lugar, liberação em produtos com 18,7%.

A maior participação por categoria de origem é a Categoria 2— metais ferrosos e não ferrosos, com 38,2%—, seguido pela Categoria 6— queima a céu aberto, com 22,8%— e em terceiro lugar, Categoria 7— produtos químicos e bens de consumo, com participação de 17,5%. A Região Sudeste apresentou as maiores emissões, responsável

por 58,8%, seguida pela Região Sul, com 12,4%. A menor participação foi observada na Região Norte, com 8,4%. O estado de São Paulo é o estado federal com maior participação de emissões, 28,9% do total de emissões, seguido de Minas Gerais, com 12,9%. O estado do Rio de Janeiro é responsável por 10,1% dos lançamentos. Esses três estados juntos respondem por 51,9% das emissões. Os dez maiores emissores (SP, MG, RJ, ES, PA, PR, RS, MT, BA e GO) respondem por 86% dos lançamentos. As cinco maiores fontes dessas substâncias foram, em ordem decrescente, sinterização de minério de ferro, queima a céu aberto de biomassa, indústria coureira, siderúrgicas e, finalmente, incêndios e queima de resíduos, acidentais ou não.

Uma revisão de informações e atualização do inventário será realizada futuramente, quando também serão revistas as estratégias de redução de emissões do Plano de Ação. A revisão deste inventário não foi incluída no escopo deste processo de atualização do NIP.

2.3.11. Informações sobre o estado do conhecimento sobre estoques, locais contaminados e resíduos

Informações específicas sobre estoques e resíduos de POP já foram apresentadas nas seções individuais de POPs. Considerando o baixo número de respostas às consultas enviadas pelo MMA, não foi possível identificar áreas contaminadas além dos identificados no NIP-Brasil-2015 para a maioria dos POPs. No entanto, a distribuição geográfica das indústrias nacionais que podem estar vinculadas à produção, aplicação ou liberação de POPs foi avaliada para cada inventário de POP como indicador de locais potencialmente contaminados. Resultou que o Sudeste do Brasil, mais especificamente o Estado de São Paulo, pode ser a região mais impactada pela aplicação e liberação de POPs. Mais informações específicas podem ser encontradas nos respectivos inventários de cada POP.

Um local potencialmente contaminado foi identificado em Cubatão, São Paulo para HCBd e PCP. Mais informações específicas podem ser encontradas nos respectivos inventários, mas também foram apresentadas brevemente nas seções próprias de cada POP acima. Uma investigação abrangente ainda é necessária para confirmar números, orientações, medidas de remediação e dados sobre liberações da área contaminada.

Mais informações sobre áreas contaminadas também podem ser encontradas no Capítulo 2.3.19.

2.3.12. Resumo da produção, uso e emissões futuras de POPs

O Brasil tem seguido as disposições da Convenção de Estocolmo e, em teoria, os POPs são utilizados apenas dentro de suas finalidades aceitáveis e exceções específicas para o período em que foram concedidos. Atualmente, nenhum dos POPs listados é produzido no Brasil. Por outro lado, há falta de capacidade no país para monitorar as emissões de POPs a partir de suas finalidades aceitáveis e exceções específicas. Estimativas aproximadas das emissões de POPs e da carga de POPs em produtos contendo POPs foram feitas em inventários individuais e apresentadas resumidamente na seção específica para cada POP. O governo brasileiro não pretende solicitar outras exceções além daquelas já concedidas.

2.3.13. Programas existentes para monitorar emissões e impactos ambientais e na saúde humana

Embora o Brasil tenha participado de várias rodadas do Plano Global de Monitoramento de POPs da Convenção de Estocolmo, ainda não existe um programa de monitoramento centralizado em todo o país. Os resultados do Plano de Monitoramento Global foram publicados no primeiro e segundo Relatórios de Monitoramento Global e no primeiro, segundo e terceiro Relatório de Monitoramento Regional da América Latina e Caribe, que podem ser acessados no site da Convenção (<https://www.pops.int/Implementation/GlobalMonitoringPlan/MonitoringReports/tabid/525/Default.aspx>). A maioria dos estudos e programas de monitoramento de POPs no Brasil são financiados pelo Governo Federal por meio de suas agências de fomento à pesquisa e ensino e são realizados principalmente por universidades públicas dentro de seus programas de pós-graduação. Os estudos que resultaram em publicações revisadas por pares foram apresentados em cada seção específica da ocorrência de POPs no Capítulo 2.3. para os inventários que foram atualizados ou desenvolvidos de 2015 até 2020. Uma avaliação mais ampla cobrindo monitoramento disperso de agrotóxicos organoclorados (OCPs) e/ou PCB no país não foi incluída nesta versão do NIP brasileiro e deve ser desenvolvida para a próxima rodada de revisões e atualizações. Por exemplo, alguns programas específicos de monitoramento têm sido realizados por instituições governamentais, como CETESB, EMBRAPA e FIOCRUZ.

Após o monitoramento atmosférico realizado em São Paulo pela CETESB (TOMINAGA *et al.*, 2016), apenas um ponto de amostragem foi mantido pela CETESB para monitoramento atmosférico de POPs em São Paulo. Por outro lado, agrotóxicos organoclorados (OCPs), PBDEs, PCBs, dioxinas e furanos têm sido monitorados pela CETESB em amostras de sedimentos de São Paulo (CETESB, 2019, 2020). A CETESB

também está desenvolvendo os relatórios finais de um programa de monitoramento de PBDEs, PCBs, dioxinas e furanos em peixes e sedimentos na bacia do alto rio Tietê e outro de PFAS no sistema hídrico de São Paulo. Além disso, a CETESB esteve envolvida no projeto UNEP/GEF-4881 "Apoio Regional Contínuo ao Plano de Monitoramento Global de POPs da Convenção de Estocolmo na Região da América Latina e Caribe".

A EMBRAPA concluiu recentemente um estudo de monitoramento sobre a possível formação de PFOS a partir dos processos de transformação da sulfluramida, bem como a avaliação do nível de exposição do ambiente aos PFOS, especialmente os recursos hídricos, nas áreas de influência de culturas agrícolas que utilizam iscas formicidas de sulfluramida. O teste de biodegradação indicou que a transformação da sulfluramida leva à formação de PFOS, FOSA e FOSAA. A taxa de degradação da sulfluramida foi alta, com meia-vida da molécula sendo inferior a 39 dias nos dois solos avaliados, conforme já discutido na seção 2.3.3. Outra forte evidência de que a sulfluramida é precursora do PFOS foi o resultado de análises de PFOS em amostras de águas subterrâneas (EMBRAPA, 2021b). Os poços de monitoramento onde as amostras de águas subterrâneas foram coletadas estão localizados em campos cultivados com espécies florestais comerciais. Nessas condições, a fonte mais provável de contaminação é a degradação das iscas formicidas à base de sulfluramida, pois o histórico das áreas não indica outra fonte potencial de contaminação e as coletas são feitas de forma bastante pontual, dentro das áreas de produção florestal, o que eliminaria a possibilidade de contaminação de outras áreas ou fontes de contaminação. Os resultados do monitoramento dos cursos d'água também corroboram a hipótese acima. Os dados indicaram presença de PFOS nas águas superficiais de todas as bacias hidrográficas selecionadas durante o período de coleta de 12 meses. As amostras de sedimentos apresentaram menor nível de contaminação, com a presença de PFOS e outros analitos detectados no período chuvoso apenas em um ponto amostral. No período seco, a frequência de detecção foi maior, mas não tão ampla quanto a encontrada nas águas superficiais. Com base nas evidências encontradas neste estudo, a biodegradação da sulfluramida no solo pode ser considerada uma rota altamente provável para a formação de PFOS. Além disso, os PFOS apresentaram alta mobilidade no ambiente, causando contaminação dos recursos hídricos e sedimentos nas bacias onde a sulfluramida foi utilizada como isca formicida (EMBRAPA, 2021b).

O Ministério da Saúde, por meio da FIOCRUZ, tem monitorado as concentrações de OCPs no sangue da população de uma área contaminada no Rio de Janeiro (FIOCRUZ, 2019). No último monitoramento, 715 pessoas participaram do teste. Resíduos de organoclorados, como HCH e DDT, foram encontrados em 73,5% dos participantes. A contaminação é dez vezes menor do que a encontrada nos testes divulgados em

2005 (FIOCRUZ, 2019). Por outro lado, um estudo recente mostrou que a contaminação atmosférica por OCPs nesta área (Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, RJ) ainda pode levar a um risco aumentado de desenvolvimento de câncer hepático na população residente (Guida *et al.*, 2021).

Diante da Política Nacional de Vigilância Sanitária, aprovada pela Resolução CNS nº 588 de 07/12/20186, e considerando a preocupação mundial com os riscos à saúde pública decorrentes da exposição a substâncias químicas, o Ministério da Saúde do Brasil vem trabalhando atualmente na estruturação do Programa de Biomonitoramento Humano de Substâncias Químicas, que auxiliará no entendimento do perfil de exposição da população brasileira a substâncias químicas potencialmente nocivas à saúde humana. O Programa de Biomonitoramento Humano visa a prevenção de doenças e agravos e a promoção da saúde da população por meio do monitoramento da exposição humana a produtos químicos perigosos, como os POPs. De fato, embora a implementação do Programa ainda esteja em andamento, espera-se que a maioria dos POPs sejam monitorados em todo o país e possa se tornar o monitoramento de POPs mais abrangente do Brasil.

2.3.14. Nível atual de informação, conscientização e educação entre os grupos-alvo: sistemas de comunicação existentes

O artigo 10 da Convenção trata do componente "Informação, Conscientização e Educação do Público". Nele está especificado que os países signatários deverão realizar atividades para promover e facilitar o acesso à informação pelo público, além de buscar a participação da sociedade na implementação da Convenção e investir na formação de pessoal técnico para o cumprimento das obrigações dela decorrentes.

O direito à informação está consolidado no ordenamento jurídico brasileiro e é assegurado pela Constituição Federal. A Política Nacional do Meio Ambiente define como um de seus objetivos divulgar dados e informações ambientais e conscientizar a população sobre a necessidade de preservar a qualidade ambiental e o equilíbrio ecológico. Também é obrigatório que todos os pedidos de licenciamento ambiental, sua renovação e concessão sejam tornados públicos.

É importante destacar a Lei da Política Nacional de Educação Ambiental nº 9.795/99, que destaca que a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, com o objetivo de, entre outros, desenvolver uma compreensão integrada do meio ambiente com suas múltiplas e complexas relações; garantir a democratização da informação ambiental; incentivar e fortalecer o pensamento

crítico sobre questões ambientais e sociais; e incentivar a participação permanente e responsável dos indivíduos e da comunidade na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo que a proteção da qualidade ambiental é parte indissociável do ser cidadão.

O primeiro processo de elaboração do NIP, por meio de diversos seminários e reuniões de grupos de trabalho, contribuiu substancialmente para ampliar o conhecimento sobre POPs entre os técnicos do governo ambiental e possibilitou uma ampla divulgação da Convenção de Estocolmo entre as empresas envolvidas com o uso e produção de POPs. Por outro lado, o processo de revisão e atualização do NIP foi mais limitado quando comparado ao primeiro NIP em termos de interação, engajamento de partes interessadas e conscientização e participação do público.

O MMA disponibilizou publicamente em seu site os principais resultados do desenvolvimento do NIP desde sua primeira versão. Basicamente, qualquer pessoa interessada neste tema e com acesso à internet pode acessar este conteúdo. O CRCE/CETESB mantém uma página na internet para informações públicas sobre a Convenção de Estocolmo e POPs, bem como sobre outros tratados internacionais relativos a produtos químicos. Além disso, o CRCE realizou workshops nacionais e internacionais focados na implementação da Convenção de Estocolmo junto com o MMA e o Secretariado da Convenção de Estocolmo. Para o GMP foi realizado, em fevereiro de 2023, um Workshop Nacional contando com *experts* internacionais com o objetivo de discutir o "Apoio ao Plano de Monitoramento Global da Convenção de Estocolmo para POPs fase 2: Amostragem e Análise de Novos POPs no Brasil".

O Programa Internacional de longa duração, com cinco edições intitulado "Treinamento Intensivo em Gestão Ambiental de Produtos Químicos e Resíduos, em particular, POPs e Mercúrio", foi implementado durante o período entre 2012 a 2016, em cooperação financeira com a Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA). O treinamento presencial abordou todos os aspectos de gestão ambiental, legal e técnica de substâncias químicas, especialmente os POPs e mercúrio, e objetivou o fortalecimento dos países e dos estados brasileiros para cumprir as obrigações da Convenção de Estocolmo diante dos impactos nocivos dos POPs e outros produtos químicos incluídos nas Convenções. O treinamento, com duração de cinco semanas, foi realizado em três idiomas, quais sejam: português, inglês e espanhol, e estruturado em três módulos:

- 1) Gestão ambientalmente adequada de substâncias químicas, especialmente POPs e Hg;

- 2) Gestão ambientalmente adequada de produtos químicos, em particular POPs e Hg e técnicas de amostragem em matrizes ambientais; e
- 3) Determinação de POPs e mercúrio em matrizes de amostras ambientais.

Este Programa Internacional permitiu a capacitação de tomadores de decisão e técnicos de vinte e quatro estados brasileiros e do Distrito Federal, bem como dos países da Região da América Latina e Caribe e dos países de língua portuguesa da Região da África.

Outro curso de longa duração foi promovido pelo CRCE/CETESB denominado "Treinamento Internacional para Gestão Química". O MMA, como ponto focal técnico da Convenção de Estocolmo no Brasil, convidou representantes dos estados brasileiros para participar de programas de treinamento em gestão de produtos químicos oferecidos pela CETESB, como centro regional da Convenção de Estocolmo para a região da América Latina e Caribe. Dentre eles está um programa completo de gestão ambiental que enfoca todas as questões que envolvem POPs e técnicas de gestão.

Cursos internacionais de curta duração para treinamento intensivo em gestão ambiental de POPs e mercúrio também têm sido realizados pelo CRCE com o objetivo de apoiar os países contemplados com informações e assessoria técnica sobre gestão, legislação, normas e padrões e monitoramento de POPs no meio ambiente, para que possam cumprir as suas obrigações junto à Convenção de Estocolmo.

Os cursos abordaram os seguintes conteúdos: gestão de áreas contaminadas com POPs da Convenção de Estocolmo, padronização de métodos para amostragem e análise de POPs em matrizes de leite materno e ar, análise de POPs e mercúrio em matrizes biológicas e ambientais.

Participaram os seguintes países: Brasil, República Dominicana, Uruguai, Paraguai, Venezuela, Guatemala, Chile, Peru, Costa Rica, Colômbia, Panamá, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Honduras, México, Barbados, Belize, Santa Lúcia e Suriname.

Além disso, dois cursos EaD referentes a POPs foram desenvolvidos pelo Centro Regional hospedado pela CETESB. O primeiro, no âmbito das atividades de capacitação e treinamento que compõem o NIP Brasil, foi firmado convênio com o Centro Regional da Convenção de Estocolmo para a região da América Latina e Caribe, para desenvolver um curso introdutório sobre a Convenção de Estocolmo sobre POPs, na modalidade EaD, direcionado a profissionais, tomadores de decisão, gestores e

técnicos de órgãos públicos (federal, estadual e municipal) e privados do Brasil, além de representantes de ONGs e movimentos populares e autônomos envolvidos no tema segurança química, especialmente o relacionado aos POPs.

Entre os resultados esperados está a ampla divulgação de conceitos e as medidas necessárias e obrigatórias para o cumprimento da Convenção de Estocolmo. A iniciativa de treinamento à distância proporcionou uma ampliação do público preparado para atuar na implementação das obrigações da Convenção em todo o território nacional. No período de janeiro a março de 2015, o CRCE/CETESB, preparou e disponibilizou, na plataforma Moodle, o conteúdo do curso EaD "Introdução à Convenção de Estocolmo Sobre POPs". Entre 2015 e 2020 participaram do curso 1030 (hum mil e trinta) profissionais brasileiros.

O curso EaD "Introdução à Convenção de Estocolmo Sobre POPs" foi novamente implementado no âmbito do Projeto BRA/08/G32 Estabelecimento da Gestão de Bifenilas Policloradas e Sistema de Disposição. Além disso, um novo Curso EaD sobre gestão de PCBs foi desenvolvido e implementado, tendo por objetivos desenvolver e fortalecer a capacidade do país de gerenciar e eliminar óleos isolantes, equipamentos e resíduos com PCB e promover a destinação final ambientalmente adequada de seus resíduos, a fim de cumprir os prazos estabelecidos pela Convenção de Estocolmo, minimizar os riscos de exposição ocupacional e a contaminação dos recursos naturais que afetam a saúde da população.

A intenção deste projeto foi oferecer oportunidades de treinamento na gestão de resíduos de PCB para um grande número de técnicos dos setores elétrico e de produção e outros detentores de PCBs, além dos técnicos dos órgãos ambientais, ajudando-os a cumprir seu compromisso de eliminação de estoques de PCBs dentro dos prazos estabelecidos pela Convenção.

Para este caso, foi escolhida a modalidade EaD para realização do curso de Gestão Ambiental de PCBs, pois permite a participação daquelas pessoas que não podem se afastar do trabalho ou de suas casas para se dedicarem aos estudos, mantendo o espírito de responsabilidade e comprometimento do indivíduo com o processo de aprendizagem.

Apesar do papel educacional da CETESB e dos avanços alcançados neste tema desde o primeiro NIP, o trabalho colaborativo entre governos, ONGs, instituições de pesquisa acadêmicas e comunidades na distribuição das informações dos POPs é muito limitado por enquanto. Portanto, é necessário desenvolver uma rede de comunicação entre

os ministérios do governo e as partes interessadas para compartilhar informações relacionadas aos POPs como uma primeira abordagem para a implementação da Convenção. Além disso, a informação e a conscientização da sociedade civil brasileira são muito deficientes sobre o assunto e precisam ser ampliadas e fortalecidas em relação aos acordos internacionais, dinâmica ambiental e impactos no meio ambiente e na saúde humana de substâncias químicas.

2.3.15. Mecanismo para informar, nos termos do Artigo 15, sobre as medidas tomadas para implementar as disposições da Convenção e para o intercâmbio de informações com outras Partes da Convenção

O Artigo 15 da Convenção de Estocolmo afirma que cada Parte é obrigada a informar à COP sobre as medidas que foram tomadas para implementar as disposições da Convenção e a eficácia de tais medidas no cumprimento de seus objetivos. Houve quatro rodadas de relatórios até agora. A primeira foi em 31 de dezembro de 2006, a segunda em 31 de outubro de 2010, a terceira em 31 de agosto de 2014 e a quarta em 31 de agosto de 2018. A quinta rodada ocorreu em 31 de agosto de 2022.

O Brasil participou de todas as quatro rodadas de relatórios nacionais até agora, fornecendo informações por meio do questionário online.

Em relação à troca de informações, o Centro Regional para Capacitação e Transferência de Tecnologia da Convenção de Estocolmo (SCRC) no Brasil, sediado pela CETESB, em São Paulo, desde 2008, promove cursos, workshops e encontros com os países da América Latina e Caribe e países lusófonos, além de outros países em desenvolvimento do mundo. O objetivo das atividades desenvolvidas e promovidas pelo CRCE no Brasil tem sido a capacitação de pessoal e tomadores de decisão sobre POPs; promoção de conscientização sobre POPs; desenvolvimento e estabelecimento de laboratório e capacidade de pesquisa; treinamento para identificação e monitoramento de POPs; treinamento de pessoal sobre remediação de locais contaminados; treinamento de pessoal sobre BAT e BEP; treinamento de pessoal sobre o desenvolvimento de NIP; disseminação de informação. Para o desenvolvimento da atualização do NIP, a CETESB promoveu reuniões com a equipe de consultores e potenciais interessados do setor industrial, a fim de conscientizar sobre a importância do desenvolvimento de inventários de POPs.

Os cinco relatórios das atividades desenvolvidas pelo CRCE/Cetesb, de 2008 a 2022, podem ser encontrados na página da Convenção de Estocolmo: <https://chm.pops.int/Implementation/RegionalCentres/TheCentres/CETESBSaoPaulo,Brazil/tabid/651/>

[Default.aspx](#).

2.3.16. Atividades relevantes de partes interessadas não governamentais

No Brasil existem muitas ONGs que tratam de questões ambientais, mas apenas uma pequena parcela aborda especificamente produtos químicos tóxicos ou POPs. Destacamos as seguintes: Associação de Combates aos Poluentes (ACPO), Associação de Trabalhadores Expostos a Produtos Químicos (ATESQ), Rede de Ação sobre Agrotóxicos e suas Alternativas na América Latina (RAPAL), Associação para a Proteção do Meio Ambiente de Cianorte (APROMAQ) e Toxisphera (Associação de Saúde Ambiental). A ACPO e a Toxisphera têm sido bastante ativos na implementação da Convenção de Estocolmo, produzindo informações sobre áreas contaminadas e produtos químicos em produtos e participando do processo de desenvolvimento do NIP. No entanto, não foi realizada uma avaliação abrangente do papel de cada ONG que trabalha em assuntos relativos a POPs e deve ser considerada para a próxima atualização do NIP.

2.3.17. Visão geral da infraestrutura técnica para avaliação, medição, análise, alternativas e medidas de prevenção de POP, pesquisa e desenvolvimento - ligação a programas e projetos internacionais

Um levantamento da infraestrutura técnica nacional para avaliação, medição, análise, alternativas e medidas de prevenção, pesquisa e desenvolvimento do POP não foi objeto da atualização do NIP. Portanto, esta é uma lacuna que precisa ser abordada na próxima rodada de revisão e atualização do NIP brasileiro.

O NIP-Brasil-2015 apresentou algumas das infraestruturas instaladas para POP de defensivos, PCBs e dioxinas e furanos no Brasil (MMA, 2015b). Vários laboratórios públicos e privados são capazes de realizar a determinação qualitativa e quantitativa de POPs legados, como agrotóxicos organoclorados e PCBs. Para dioxinas e furanos, o número é mais restrito e o único laboratório público que realiza essa análise é operado pela CETESB. Apesar da infraestrutura instalada para análise de POPs legados e dos programas de monitoramento mencionados no Capítulo 2.3.14, há importante falta de infraestrutura, tanto técnica (equipamentos e métodos) quanto de pessoal, em relação aos POPs recém listados, principalmente para POP-PFAS e SCCPs.

No âmbito da atualização do NIP, um laboratório público com longa experiência em POPs — Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho — na Universidade Federal do Rio de Janeiro, implementou

capacidade analítica para determinação de todos os POPs listados até 2019, exceto PFOS & PFOSF e PFOA.

O Brasil participa do Plano de Monitoramento Global da Convenção de Estocolmo e os resultados são publicados nos Relatórios de Monitoramento Regional e Global disponíveis no site da Convenção de Estocolmo: <https://www.pops.int/Implementation/GlobalMonitoringPlan/MonitoringReports/tabid/525/Default.aspx>. Por outro lado, é importante destacar que a maior parte dos dados referentes aos POPs no Brasil tem sido gerada por iniciativas descentralizadas de pesquisa, realizadas em instituições nacionais de ensino e pesquisa, como universidades públicas, ou em cooperação com grupos de pesquisa internacionais.

Um amplo levantamento da capacidade nacional pública e privada de análise de POP, incluindo instituições de ensino e pesquisa, é necessário para entender a situação atual da infraestrutura brasileira, considerando potencialidades e lacunas para uma implementação completa da Convenção de Estocolmo.

2.3.18. Panorama da infraestrutura técnica para gerenciamento e destruição de POPs

Para o NIP-Brasil-2015, um levantamento das tecnologias disponíveis e da capacidade nacional para a destinação adequada de POPs constatou que havia três incineradores e três estações de tratamento químico no Brasil disponíveis para esse fim. Afirmou-se também que as tecnologias disponíveis no Brasil eram das décadas de 70 e 80 e algumas delas não são mais utilizadas pelos próprios desenvolvedores que atualmente aplicam tecnologias mais atuais.

A incineração tem sido utilizada para a disposição final de agrotóxicos POP obsoletos identificados nos estados da Bahia, Paraná e São Paulo. Não é uma prática comum, mas o Brasil também enviou PCBs para o exterior para tratamento térmico conforme previsto na Convenção de Basileia.

Em 2020, foi publicada a Resolução Conama n 499, que dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer, que estabeleceu limites para POPs e passou a permitir o coprocessamento de agrotóxicos.

A gestão ambiental integrada de PCBs, conforme previsto no NIP-Brasil-2015, foi impulsionada com a implementação do Projeto PNUD/GEF PCBs 63774

"Estabelecimento do Sistema de Gestão e Descarte de Resíduos de PCBs no Brasil". A implementação do projeto começou em 2009 e foi concluída em 2019, o que desencadeou a eliminação de cerca de 11.000 toneladas de equipamentos elétricos contaminados com PCBs, de propriedade de grandes empresas privadas de energia. O projeto também contribuiu para o fortalecimento dos marcos governamentais e regulatórios para a gestão adequada dos PCBs, o desenvolvimento da capacidade nacional de pessoal técnico e a execução de cinco projetos de demonstração para a gestão ambientalmente saudável dos PCBs. Além disso, o projeto entregou o "Orientação para o Inventário Nacional de PCBs", publicado em 2015 e o "Orientação para Gestão e Eliminação de PCBs", a ser publicado ainda. Conseqüentemente, é importante fortalecer ainda mais e continuar com algumas atividades que já foram iniciadas, aprimorando o quadro nacional para cumprir as obrigações decorrentes da Convenção de Estocolmo até 2028.

O MMA realizou um levantamento da composição atual da cadeia de mercado para tratamento e eliminação de PCB de acordo com o Gerenciamento do Ciclo de Vida (LCM) de substâncias perigosas, das mais relevantes empresas de engenharia e manutenção elétrica, empresas de manutenção de transformadores, empresas de retroenchimento, detentores de estoque de PCB, empresas de transporte de PCB, instalações de incineração/eliminação química e recicladores de sucata e metal no Brasil.

O Brasil tem capacidade instalada em nível nacional suficiente para o tratamento e eliminação de óleos PCBs, equipamentos e resíduos contaminados com PCBs. Atualmente, cinco empresas privadas estão cadastradas para gestão de PCBs no país; duas plantas de tratamento térmico/incineração (em Minas Gerais e Bahia), duas plantas de tratamento/descontaminação química (no Paraná e Minas Gerais) e uma planta móvel de desalogenação. Estas instalações têm uma capacidade combinada de tratamento de cerca de 75.000 toneladas por ano para diferentes tipos de resíduos perigosos, incluindo PCBs, volume que pode ser suficiente para todo o país. No entanto, a capacidade nominal de incineração existente no Brasil, especificamente para PCBs, precisa ser reavaliada, considerando especialmente as licenças ambientais vigentes. Todas as estações de tratamento são instalações de propriedade privada que cobram por seus serviços.

No entanto, uma das barreiras existentes está relacionada à logística e ao transporte de equipamentos e resíduos contaminados com PCBs. De acordo com as Resoluções CEMA N. 50/2005 e COPAM N. 223/2018, dos estados do Paraná e Minas Gerais, respectivamente, é proibida a importação de resíduos contaminados com PCB acima

de 50 ppm de outros estados. Portanto, o transporte de resíduos de PCB entre os diferentes estados tem sido um gargalo para a destinação final adequada de muitos estoques de PCB no país. A sociedade civil também criticou severamente o uso da incineração como método de destruição de estoques de POP, devido ao risco de transporte de produtos químicos perigosos por longas distâncias e emissões de dioxinas e furanos.

A eliminação completa e economicamente viável dos estoques remanescentes de PCB e resíduos contaminados é, portanto, um desafio para um país de tamanho continental como o Brasil. De 1991 a 2018, estima-se que pelo menos 23.680 toneladas de PCBs tenham sido eliminadas, das quais 77% (18.134 toneladas) foram destruídas internamente e 23% (5.546 toneladas) foram exportadas para destruição. No entanto, os números apresentados pelas associações do setor elétrico indicam uma estimativa mínima da disposição final já realizada de cerca de 36.000 toneladas (equipamentos, fluidos, materiais e resíduos) em empresas licenciadas entre 1991 e 2018. Estima-se que 80% dos equipamentos permanecem nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo.

Além do setor elétrico, há também um grande grupo de potenciais detentores de PCBs que precisarão de assistência adicional. Este grupo é composto por aproximadamente 145.800 unidades pertencentes a grandes investidores privados. Alguns deles estão situados em locais sensíveis, e a maioria deles ainda não testou/identificou o conteúdo de PCB em seus equipamentos. Da mesma forma, pequenas empresas do setor elétrico localizadas em alguns estados do Brasil não possuem meios técnicos e financeiros para classificar, rotular e gerenciar equipamentos que contenham PCBs, como fazem as grandes concessionárias de energia. Assim, existe o risco de que o óleo potencialmente contaminado com PCB nesses transformadores seja drenado, sujeito a falhas elétricas e incêndios.

Empresas de serviços públicos de energia e grandes indústrias estão dispostas a identificar, rotular e descartar com segurança seus equipamentos e resíduos de PCB. Em termos de eliminação de PCB, o valor de mercado para tratamento a nível nacional é de USD 3.500 por tonelada de resíduos, valor inferior ao custo de exportação destes resíduos para uma estação de tratamento credenciada em outro país; que está perto de US\$ 5.000 por tonelada. No entanto, o transporte seguro ou a exportação desses materiais contaminados tornam-se desafiantes e caros, dificultando sua gestão ambientalmente adequada.

Para superar os desafios mencionados acima, uma nova proposta de projeto — projeto

em tamanho real (FSP) — foi aprovado pelo GEF em dezembro de 2019, com o objetivo de promover a completa eliminação/destruição de PCBs no Brasil, principalmente em áreas sensíveis como hospitais públicos e condomínios antigos. A previsão de execução é de sessenta meses (cinco anos), no valor de US\$ 9.660.000,00. Informações detalhadas podem ser vistas no Capítulo 2.4.3. abaixo.

2.3.19. Identificação de populações ou ambientes impactados, escala e magnitude estimadas de ameaças à saúde pública e qualidade ambiental e implicações sociais para trabalhadores e comunidades locais

Em 2015, o MMA publicou o Inventário Nacional de Áreas Contaminadas por POPs (MMA, 2015c) onde identificou 117 áreas contaminadas por POPs no Brasil. Nove já foram recuperadas e duas estão sendo reaproveitadas. Essas áreas estão presentes em nove estados brasileiros, sendo que 100 delas encontram-se na Região Sudeste. Só o estado de São Paulo é responsável por 81 áreas contaminadas, seguido pelo Rio de Janeiro, com 16 (MMA, 2015c).

A atividade industrial é responsável por 52% das áreas contaminadas. As fontes de contaminação mais comuns são: armazenamento (48 locais), descarte (43 locais) e produção (33 locais) (MMA, 2015c). Algumas das áreas foram contaminadas por uma combinação de duas ou mais atividades. Água subterrânea (90 locais) e subsolo (73 locais) foram os compartimentos ambientais mais impactados. Os PCBs foram os POPs mais encontrados em áreas contaminadas (52%), seguidos pelos agrotóxicos Hexaclorociclohexano (HCH) (19%) e DDT (15%) (MMA, 2015c). Enquanto a maioria dos locais mostra a presença de mais de um POP juntos, áreas contaminadas por PCBs geralmente não possuem outros POPs contaminantes (MMA, 2015c). Ademais, foram informados 23 locais contaminados por "POP organoclorado indeterminado" (MMA, 2015c). O inventário também identificou 66 áreas com suspeita de contaminação por POPs (MMA, 2015c).

Este inventário, no entanto, não foi revisado e atualizado para o desenvolvimento da atualização do NIP. Além disso, não há informações sobre populações ou ambientes impactados. Foi feita apenas a identificação das áreas contaminadas; não houve avaliação dos impactos.

Por intermédio da Portaria MMA nº 603 de 10 de dezembro de 2020 que instituiu o Programa Nacional de Recuperação de Áreas Contaminadas, o MMA desenvolveu o Sistema de Gestão da Informação de Áreas Contaminadas (SINGAC). O SINGAC tem como objetivo a sistematização e digitalização da informação sobre a gestão nacional

de áreas contaminadas conforme objetivo estratégico do Programa Nacional de Recuperação de Áreas Contaminadas.

2.3.20. Detalhes de qualquer sistema relevante para a avaliação e listagem de novos produtos químicos

O Brasil estabeleceu esquemas e instrumentos regulatórios para disciplinar algumas substâncias, aplicações e usos específicos de produtos químicos, como mercúrio metálico, agrotóxicos, saneantes, aditivos alimentares, cosméticos, preservativos de madeira etc. Não existe uma política abrangente para a gestão de substâncias químicas.

Como parte das Convenções de Basileia, Roterdã, Estocolmo e Minamata, e comprometido com os princípios do SAICM, o Brasil colocou em prática alguns esquemas e procedimentos regulatórios para uma troca ativa de experiências e fluxos de informações entre as Partes das Convenções.

Para solucionar algumas lacunas relacionadas a um mecanismo de obtenção de informações sistemáticas sobre a produção, uso, importação e exportação de produtos químicos no contexto nacional, o Brasil desenvolveu um Projeto no âmbito do Programa Especial do PNUMA "Fortalecimento da capacidade institucional para o bom gerenciamento de produtos químicos por meio do estabelecimento de estrutura para implementar a legislação nacional sobre Químicos Industriais".

O objetivo deste projeto¹¹ é apoiar o fortalecimento institucional impulsionado pelo país em nível nacional, no contexto de uma abordagem integrada para abordar o gerenciamento ambientalmente adequado de substâncias químicas e resíduos, tendo em conta as estratégias, planos e prioridades nacionais de desenvolvimento do país, para aumentar a capacidade institucional pública sustentável para a gestão sólida de produtos químicos ao longo de seu ciclo de vida. O fortalecimento institucional no âmbito do Programa Especial facilitará e possibilitará a implementação das Convenções de Basileia, Roterdã e Estocolmo, a Convenção de Minamata e o SAICM.

Em relação aos agrotóxicos, o registro de novas moléculas a serem utilizadas como ingredientes ativos ou novos produtos com moléculas já permitidas passa por um processo que envolve três ministérios diferentes. Agrotóxicos, seus componentes e afins somente poderão ser produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados, desde que previamente registrados em órgão federal, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde,

¹¹ <https://www.unep.org/pt-br/node/22041>

meio ambiente e agricultura. Esses órgãos são o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), o MS (através da ANVISA) e o MMA (através do IBAMA). O MAPA é responsável pela avaliação da eficácia agrônômica. A ANVISA é responsável pela classificação toxicológica. O IBAMA é responsável pela avaliação ambiental. Cada uma dessas instituições pode recusar o registro dependendo de seus protocolos e critérios, mesmo que as outras duas já tenham recebido uma resposta positiva.

O primeiro passo ao fazer uma solicitação de registro de um agrotóxico é a emissão de um Registro Especial Temporário para pesquisa e ensaio (RET). Se aceito, o RET permite que uma empresa produza ou importe quantidades previamente estabelecidas de uma substância para ser utilizada como princípio ativo para fins de pesquisa a ser realizada em território nacional. A experimentação deve ocorrer em uma área ou instalação previamente informada ao MAPA. Emissão do RET é automática para novos produtos com ingredientes ativos já aprovados para uso no Brasil ou para produtos a serem utilizados na agricultura orgânica. Além disso, se uma empresa vai realizar pesquisas e ensaios em um país estrangeiro, o RET não é necessário. Sua renovação deverá ocorrer a cada três anos.

Se após pesquisa e ensaio a empresa desejar submeter um produto químico para registro definitivo, deverá fazê-lo apresentando pedido de registro ao MAPA, ANVISA e IBAMA. Existem três tipos de registro definitivo: um para PT, um para pré-misturas (PM) e outro para produtos formulados (PF).

Destinados exclusivamente para uso industrial, os PTs são produtos obtidos diretamente de matérias-primas por processo químico, físico ou biológico, destinados à produção de PF ou PM e cuja composição contém um teor definido de ingrediente ativo e impurezas, podendo conter estabilizantes e produtos afins, como isômeros. Para este registro, a empresa deve apresentar documentos, entre os quais parâmetros de análise laboratorial e laudos de propriedades físico-químicas.

Os PMs são produtos obtidos a partir de um produto técnico, por meio de processos químicos, físicos ou biológicos, destinados exclusivamente à preparação de PF. O registro de PM só é necessário para os casos em que a pré-mistura será transportada de uma fábrica para outra, sendo desnecessário no caso de ser uma etapa do processo de formulação dentro da mesma fábrica. Os registros de MP devem incluir a maioria dos documentos utilizados para o registro do produto técnico ao qual está relacionado.

Os PFs são produtos obtidos a partir de um PT ou PM, por meio de um processo físico, ou diretamente de um processo de agrotóxicos por meio de processos físicos, químicos

ou biológicos. Entre os documentos necessários para o registro de um produto estão laudos de análises laboratoriais, laudos toxicológicos e ecotoxicológicos, métodos analíticos para determinação de resíduos e teores máximos de resíduos em alimentos.

2.3.21. Detalhes de qualquer sistema relevante para a avaliação e regulamentação de produtos químicos já no mercado

O Brasil possui diversos sistemas para avaliar e regular diferentes produtos químicos que já estão no mercado nacional. Existem alguns produtos químicos, como os agrotóxicos, que devem passar por avaliação de diferentes ministérios. Para alguns outros produtos, as licenças são emitidas por instituições como o exército ou a polícia federal para vender, comprar ou usar.

Em relação aos agrotóxicos, os ingredientes ativos podem ter seu registro cancelado quando se enquadrarem a determinadas condições relacionadas à saúde humana. Essas condições são: quando não há antídoto ou tratamento eficaz no Brasil; se forem considerados teratogênicos, cancerígenos ou mutagênicos; se causarem distúrbios hormonais e danos ao sistema reprodutivo ou se forem mais perigosos para o homem do que o demonstrado em testes com animais de laboratório.

No Brasil, o registro de agrotóxicos não tem data de vencimento ou reavaliação pré-determinada. Assim, o MAPA, o MS e o MMA devem promover a reavaliação do registro de agrotóxicos quando os organismos internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente dos quais o Brasil é membro ou signatários de acordos e convenções alertam para riscos ou desaconselham o uso de agrotóxicos, seus componentes e afins ou quando surgirem indícios da ocorrência de riscos que desaconselham o uso de produtos registrados. Assim, os princípios ativos de agrotóxicos que apresentem indícios de alteração dos riscos à saúde humana poderão ser reavaliados a qualquer momento pela ANVISA. Exemplos de agrotóxicos que foram reavaliados e tiveram seu registro cancelado e, portanto, proibidos no Brasil são lindano, endosulfan e pentaclorofenol.

O MAPA disponibiliza a plataforma AGROFIT. Ela é uma ferramenta de consulta pública, composta por um banco de dados de todos os agrotóxicos e produtos afins registrados no MAPA, com informações da ANVISA e do IBAMA. A plataforma permite a consulta sobre quais produtos devem ser utilizados para cada praga e cultura. Essas informações permitem que o usuário utilize os produtos de forma correta e segura, evitando o uso inadequado de agrotóxicos, o que poderia levar ao desenvolvimento de resistência de pragas nas lavouras e resíduos de agrotóxicos em produtos vegetais

acima do LMR.

As empresas do ramo de produtos agrotóxicos, componentes e afins registrados no Brasil devem apresentar, anualmente, aos órgãos federais e estaduais responsáveis pelo controle e fiscalização dessas substâncias, relatórios sobre as quantidades produzidas, importadas, exportadas e comercializadas desses produtos. O IBAMA é o responsável pela compilação e publicação dos relatórios anuais de comercialização de agrotóxicos. Esses relatórios permitem definir prioridades na escolha de substâncias para avaliação de impacto ambiental, contaminação da água e do solo e efeitos adversos na fauna, por exemplo.

A Polícia Federal é responsável pelo controle de muitas substâncias químicas que podem ser usadas para produção de drogas ilícitas. Existem 141 produtos químicos listados, entre os quais medicamentos, solventes e ácidos. Uma licença especial deve ser emitida pela Polícia Federal para comercialização e uso de qualquer uma das substâncias listadas. Além disso, as empresas que possuem a licença devem apresentar relatórios mensais informando todas as atividades envolvendo tais substâncias.

O Exército Brasileiro é responsável pelo controle do material bélico. Entre os produtos controlados estão os produtos químicos que podem ser usados para a produção de armas ou explosivos. Uma licença especial deve ser emitida para a produção e uso de tais produtos químicos sob qualquer finalidade.

2.4. Status de implementação de NIP anterior

O primeiro NIP brasileiro foi transmitido ao Secretariado da Convenção de Estocolmo em 2015. Desde então, diversas atividades vêm sendo desenvolvidas no Brasil no âmbito da implementação da Convenção de Estocolmo. Este capítulo traz um resumo dos planos de ação propostos no NIP anterior (MMA, 2015b) e o status de implementação, bem como algumas outras atividades desenvolvidas no país relacionadas às disposições e implementação da Convenção de Estocolmo.

Com base nos inventários POP e nas prioridades estabelecidas para o NIP-Brasil-2015, foram definidos oito planos gerais de ação, conforme segue:

- 1) Medidas para fortalecer a capacidade institucional nacional e o marco legal para a gestão de POPs;

- 2) Plano de ação para gestão de resíduos e estoques de agrotóxicos POPs;
- 3) Plano de ação para PCBs;
- 4) Plano de ação para novos POPs¹² de uso industrial;
- 5) Plano de ação para gestão de locais contaminados com POPs;
- 6) Plano de ação para a redução progressiva das liberações de uPOPs;
- 7) Medidas de divulgação de informação, sensibilização e educação do público; e
- 8) Medidas para melhorar a capacidade analítica nacional, monitoramento de POPs, pesquisa, desenvolvimento e inovação.

2.4.1. Situação atual das medidas para fortalecer a capacidade institucional nacional e o marco legal para a gestão dos POPs

Em relação ao primeiro plano de ação geral sobre medidas para fortalecer a capacidade institucional nacional e o quadro legal para a gestão dos POPs, os objetivos e atividades específicos foram abordados.

O debate sobre a revisão do regulamento para registro de agrotóxicos, produtos de limpeza e outros produtos químicos para atender aos critérios do Anexo D, da Convenção de Estocolmo, teve início em 2014.

O Decreto nº 10.833, de 07 de outubro de 2021, alterou as regras sobre produção, pesquisa, registro, utilização, importação e exportação de agrotóxicos no país. Os principais objetivos são reformular o processo de análise de registros, facilitar a pesquisa com agrotóxicos para viabilizar inovações tecnológicas e implementar ações para proteger os aplicadores de agrotóxicos.

O decreto nº 10.833/2021 alterou o Decreto 4.074, de 2002, que regulamenta a Lei 7.802, de 1989, e estabelece regras para a priorização de registro de novos produtos e prazos mais longos para a análise de cada tipo de registro, compatíveis com a complexidade específica de cada pleito, prevendo celeridade nos casos de processos prioritários. O objetivo é aumentar a concorrência no mercado de agrotóxicos, possibilitando o registro de produtos mais modernos e menos tóxicos, e também a redução de custos para o produtor. O decreto inclui a definição do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS), para fins de classificação toxicológica e comunicação do perigo à saúde na rotulagem dos agrotóxicos. Também permite a implementação da avaliação de risco pela Anvisa, em alinhamento a compromissos assumidos internacionalmente.

¹²The "new POPs" mentioned in the NIP-Brazil-2015 are: PFOS & PFOSF, c-pentaBDE, c-octaBDE, HBB, PeCB and HBCD

As previsões para desenvolver legislação que estabeleça proibições e restrições e diretivas para licenciamento ambiental de atividades que utilizem POPs, no âmbito de exceções específicas e finalidades aceitáveis e para incluir recomendações BAT/BEP na legislação para licenciamento de empresas que produzem e utilizam novos POPs, foram reavaliadas. Atualmente o único POP que tem uso permitido no Brasil é o PFOS/PFOSF para produção de sulfluramida. As proibições e restrições já estão estabelecidas pela Convenção de Estocolmo. O guia de Melhores Técnicas Disponíveis e Melhores Práticas Ambientais (BAT/BEP) deve ser compartilhado com os órgãos ambientais responsáveis pelo licenciamento das empresas que produzem sulfluramida, para que sejam realizadas as medidas de monitoramento e adequação.

O desenvolvimento de códigos alfandegários específicos para novos POPs e o desenvolvimento de estratégias para controlar as operações de importação e exportação foram implementados para alguns POPs. Anteriormente, apenas os agrotóxicos POP possuíam códigos aduaneiros específicos, enquanto para os POPs com aplicações industriais as operações de importação e exportação eram registradas sob códigos aduaneiros genéricos que abrangem diversos outros produtos, o que inviabiliza a rastreabilidade dessas operações. Foram desenvolvidos códigos específicos para o PFOS, seus sais e PFOSF. O desenvolvimento e implementação de códigos alfandegários é importante para que as Partes possam avaliar o volume exato de substâncias POPs comercializadas internacionalmente. Atualmente, as importações e exportações brasileiras de POPs são regulamentadas sob anuência do IBAMA. A criação de novos códigos aduaneiros é de responsabilidade da Organização Mundial do Comércio e deve ser solicitada pela Conferência das Partes. O Brasil pode impulsionar a criação de códigos alfandegários específicos no âmbito do MERCOSUL, considerando os códigos SH existentes no âmbito da Organização Mundial do Comércio. No entanto, este é um tema global que precisa ser abordado internacionalmente para uma implementação mais abrangente da Convenção de Estocolmo, por exemplo, a criação de códigos HS específicos para os produtos químicos listados como POPs, se não for possível para produtos que contenham POP.

A discussão proposta para revisão das Resoluções do CONAMA que disciplinam o tratamento térmico de resíduos e fontes estacionárias sobre os limites de emissão de dioxinas e furanos ainda não foi abordada. Na mesma linha, também não foi abordada a discussão da inclusão dos POPs nos parâmetros de qualidade ambiental, como as Resoluções do CONAMA sobre qualidade da água e do solo.

O desenvolvimento da legislação que cria o registro/inventário de equipamentos contendo PCB e estabelece procedimentos técnicos para gerenciamento e descarte

correto de PCBs começou em 2013. A Lei 14.250/2021 sobre a eliminação de PCBs no país foi aprovada em novembro de 2021, prevê a eliminação controlada de materiais, fluidos, transformadores, capacitores e outros equipamentos elétricos contaminados por PCBs e seus resíduos.

Tabela 17: Síntese dos objetivos e atividades, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e situação atual das medidas para fortalecer e ampliar o marco legal e a capacidade institucional nacional de gestão de POPs. (continua)

Medidas para fortalecer e ampliar o marco legal e a capacidade institucional nacional para gerir os POPs

Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Adotar e implementar um arcabouço legal adequado para cumprir as obrigações	Artigo 3: Medidas para reduzir ou eliminar liberações de produção e uso intencionais			
	Artigo 3, Parágrafo 1º (novos POPs): 1) Elaborar legislação que estabeleça proibições e restrições e diretrizes para licenciamento ambiental de atividades que utilizem POPs no âmbito de exceções específicas e finalidades aceitáveis;	MMA, CONAMA e Setores	2015 a 2019	Concluído/ /Guia BAT/BEP disponível para ser enviado aos OEMAs
	2) Incluir recomendações BAT/BEP na legislação para licenciamento de empresas que produzem e utilizam novos POPs.			
	Artigo 3, Parágrafo 1º (Controle de Importação e Exportação): Desenvolver códigos alfandegários específicos para novos POPs e desenvolver estratégias para controlar as operações de importação e exportação.	MMA, IBAMA, Receita Federal e MDIC	2015 a 2016	Finalizado. Responsabilidade OMC

Tabela 17: Síntese dos objetivos e atividades, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e situação atual das medidas para fortalecer e ampliar o marco legal e a capacidade institucional nacional de gestão de POPs (conclusão)

Medidas para fortalecer e ampliar o marco legal e a capacidade institucional nacional para gerir os POPs

Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
	Artigo 5: Medidas legais para reduzir ou eliminar emissões não intencionais para o ar			
	Discutir a revisão das Resoluções do CONAMA que disciplinam o tratamento térmico de resíduos e fontes estacionárias sobre os limites de emissão de dioxinas e furanos.	MMA e CONAMA	2015 a 2017	Não abordado / Reavaliar necessidade
	Artigo 6: Medidas legais para reduzir ou eliminar as liberações de estoques e resíduos			
	Artigo 6 e Parte II do Anexo A (PCB) – Elaborar legislação criando o cadastro/inventário de PCB - contendo equipamentos e estabelecendo procedimentos técnicos para gerenciamento e descarte correto de PCBs.	MMA, CONAMA, OEMAs e Setores	2013 a 2015	Concluído
	Artigo 11: Medidas legais para melhorar o monitoramento			
	Discutir uma revisão das Resoluções do CONAMA que tratam da qualidade da água e do solo para incluir POPs nos parâmetros de qualidade ambiental.	MMA e CONAMA	2015 a 2017	Não abordado

Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2015a.

2.4.2. Situação atual do plano de ação para gestão de resíduos e estoques de agrotóxicos POPs

O segundo plano geral de ação para a gestão de estoques e resíduos de agrotóxicos previa como ações prioritárias: i) eliminação de estoques inventariados e resíduos de agrotóxicos POPs; ii) mobilização e engajamento de parceiros estratégicos, nos estados, para realização de campanhas de identificação e destinação final de estoques obsoletos de agrotóxicos POPs; e iii) capacitação técnica dos órgãos estaduais de meio ambiente e agropecuária e elaboração de diretrizes para coleta e destinação final de estoques de agrotóxicos POPs.

O primeiro objetivo específico de promover a destinação ambientalmente adequada dos estoques de agrotóxicos obsoletos identificados na Bahia, Paraná e São Paulo foi atendido com sucesso por meio de campanhas de coleta e destruição promovidas pelos respectivos órgãos ambientais e agropecuários de cada estado. Apesar da quantidade significativa de estoques de agrotóxicos POP já eliminados, o desafio era disseminar essas campanhas para outros estados. Os programas de coleta de agrotóxicos obsoletos nos estados do Paraná e São Paulo foram importantes referências para o desenvolvimento de ações semelhantes em outros estados, principalmente naqueles que eram grandes usuários de agrotóxicos POPs.

Em relação à investigação de áreas suspeitas de manter estoques obsoletos identificados nos inventários, o NIP-Brasil-2015 previa uma investigação preliminar e confirmatória para verificar a existência de estoques em seis áreas da extinta Funasa na Bahia, no âmbito do Programa Remediar/Funasa. Esta atividade foi concluída com sucesso e o Programa Remediar da Funasa avançou na identificação de outras áreas contaminadas que estavam em sua posse e no planejamento da remediação dessas áreas. Além disso, o Projeto GEF de gestão de lindano realizou um estudo preliminar para identificar estoques remanescentes na Cidade dos Meninos, Rio de Janeiro e Indústrias Matarazzo, São Paulo, e não identificou nenhum estoque. Por esta razão, o projeto foi finalizado na fase preparatória.

A criação de grupos de trabalho e a execução de campanhas locais para identificação e destinação final dos estoques é competência dos estados. No entanto, a maioria dos estados relata não ter estoques obsoletos de agrotóxicos POPs. O Rio Grande do Sul foi o único estado que indicou que poderia ter alguns estoques remanescentes de POPs, mas não soube informar uma quantidade estimada.

Tabela 18: Síntese dos objetivos e atividades específicas, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual do plano de ação para gestão de resíduos e estoques de agrotóxicos POPs.

Plano de ação para a gestão de estoques e resíduos de agrotóxicos POPs				
Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Promover capacitação técnica em órgãos estaduais de meio ambiente e agropecuária.	Parceria técnica com a <i>Food and Agriculture Organization (FAO)</i> para apoiar a implementação das ações.	MMA	2015 a 2016	Concluída/ Não necessária
Promover o engajamento dos agricultores.	Oficinas para divulgar as ações em execução e orientar os agricultores sobre como colaborar.	Estados	2015 a 2022	Concluída
Promover a redução e eliminação de Estoques e Resíduos de agrotóxicos POPs em todo o país.	Realizar seminários nos estados para orientar sobre as obrigações da Convenção de Estocolmo e promover campanhas de identificação e destinação de estoques e resíduos de POPs utilizados como agrotóxicos.	MMA	2015 a 2017	Concluída
Medir os resultados do Plano de Ação.	Desenvolver relatórios de acompanhamento bienais sobre a eliminação de agrotóxicos POPs.	MMA	2016 a 2018	Concluída

Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2015a.

2.4.3. Situação atual do plano de ação para gerenciamento de PCBs

O terceiro plano geral de ação para gestão de PCBs estabeleceu diversos objetivos e atividades a serem realizadas no Brasil considerando a previsão da Convenção de Estocolmo de que os PCBs devem ser eliminados até 2028.

Para cumprir as determinações da Convenção, o Brasil executou um projeto internacional financiado pelo GEF e com apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), visando desenvolver a capacidade nacional para a destinação adequada dos estoques remanescentes de PCBs dentro dos prazos estabelecidos pela Convenção de Estocolmo. O objetivo do projeto foi aumentar a capacidade do país de gerenciar e descartar óleos contendo PCB, equipamentos contendo PCB e outros resíduos de PCB de forma adequada, minimizando a exposição e os riscos de contaminação, tanto humana quanto ambiental.

O Projeto incluiu os seguintes componentes:

Resultado 1: Fortalecimento da estrutura de procedimentos legais, administrativos e regulatórios para gerenciamento e descarte de PCB.

Resultado 2: Capacitação do governo e do setor privado para gerenciar óleos, resíduos e equipamentos contaminados com PCBs para minimizar a exposição humana e ambiental.

Resultado 3: Gerenciamento ambientalmente adequado de PCBs por meio de projetos de demonstração.

Os principais resultados alcançados pelo projeto foram:

- Estudo das regulamentações existentes sobre PCBs no Brasil e no mundo;
- Propostas de regulamentação sobre o gerenciamento de óleos, equipamentos e resíduos contaminados com PCBs, por meio de PL e proposta de resolução do CONAMA;
- Guia sobre a gestão de PCBs e seus resíduos e Manual de Gestão de PCBs (a ser publicado);
- Guia para a elaboração de um Inventário Nacional de PCBs;

- Levantamento da capacidade brasileira de análise, eliminação e destinação de PCBs, incluindo os laboratórios e empresas prestadoras de serviços, identificando as demandas técnicas e operacionais para análise e gerenciamento dessas substâncias;
- Capacitação de técnicos dos órgãos estaduais de meio ambiente e do setor elétrico para identificação e gestão de PCBs;
- Execução de cinco projetos demonstrativos de Inventário e Plano de Gerenciamento de PCBs nas seguintes empresas elétricas: Eletrobrás Amazonas, Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL), Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) e Eletrobrás Rondônia.

A Lei nº 14.250, de 25 de novembro de 2021 prevê a obrigatoriedade da eliminação controlada de substâncias classificadas como PCBs e resíduos dessas substâncias e a descontaminação e eliminação de transformadores, capacitores e outros equipamentos que contenham PCBs. Os principais pontos abordados na Lei nº 14.250/2021 são:

- A obrigatoriedade da elaboração de inventário e cronograma de destinação final ambientalmente adequada aos detentores de PCBs, seus resíduos e outros materiais contaminados com PCBs;
- A previsão da formulação de um Manual de Gestão com orientações gerais para a elaboração do inventário;
- A eliminação progressiva de PCBs até 2028 de Resíduos de PCB: teor de PCB igual ou superior a 50mg/kg e Materiais impermeáveis: igual ou superior a 100 µg/dm² de superfície.

Para cumprir a Lei nº 14.250/2021, o MMA elaborou o Manual de Gestão e desenvolveu um sistema eletrônico para a elaboração do Inventário Nacional de PCB. O Sistema eletrônico e o Manual de Gestão de PCBs estão disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), no endereço: <https://sinir.gov.br/sistemas/inventario-pcb/>.

Um novo projeto GEF "BRA/21/G31 - Destruição Ambientalmente Adequada de PCB no Brasil" foi aprovado em dezembro de 2019 e iniciado em maio de 2022, com o objetivo de promover a completa eliminação/destruição de PCBs no Brasil, principalmente

em áreas sensíveis como hospitais públicos e condomínios antigos. A previsão de execução é de sessenta meses (cinco anos), no valor de US\$ 9.660.000,00, para a destinação de 15 mil toneladas de resíduos contaminados com PCB. Dentre as ações do Projeto, está previsto o desenvolvimento de um modelo de negócios, e projetos demonstrativos para a destinação ambientalmente adequada de PCB no Brasil

Sobre as atividades específicas propostas no NIP-Brasil-2015:

- A criação da base de dados do Cadastro Obrigatório de Equipamentos para o Inventário Nacional de PCBs foi concluída;
- O desenvolvimento de diretrizes, normas técnicas e mecanismos de aprovação para gestão ambientalmente correta e descarte de PCBs e a Elaboração do Manual de Gerenciamento de Resíduos e Equipamentos de PCBs foram concluídos e estão disponíveis;
- A capacitação técnica sobre gestão e destinação de resíduos de PCB vem sendo realizada pelo MMA por meio de cursos/treinamentos já realizados. O Curso de Gestão de PCBs foi elaborado e ministrado pela CETESB em 2018;
- Foi concluída a execução de quatro projetos demonstrativos, sendo três deles sobre inventário e elaboração de planos de gestão em unidades do setor elétrico, e um sobre investigação de área contaminada por PCBs. Os Planos de Gestão de PCBs das três empresas elétricas foram finalizados em dezembro de 2017 e foram realizados mais dois projetos de demonstração (pilotos) para inventário e gestão de PCBs em mais duas empresas elétricas;
- A avaliação dos sistemas de tratamento de resíduos de PCB existentes no Brasil e a comparação com as melhores tecnologias disponíveis para tratamento de resíduos de PCB foi realizada em 2011 e um Seminário sobre Tratamento de PCBs e outros POPs da Convenção de Estocolmo foi realizado em 2015;
- A elaboração de um Plano de Comunicação, com o objetivo de traçar a estratégia nacional de divulgação e divulgação dos resultados do Projeto aos setores envolvidos, foi desenvolvida e disponibilizada no site do MMA;
- A elaboração do material de comunicação: cartilhas, vídeos etc., foi desenvolvida pela CETESB;

- Está em andamento o refinamento do Inventário de setores prioritários (hospitais, escolas e órgãos públicos). O Manual foi apresentado aos demais setores detentores de PCBs. O inventário está aberto para preenchimento pelos setores detentores de PCBs e o novo projeto GEF apoiará esta atividade; e
- A adoção de estratégias específicas com áreas representativas dos setores difusos está em andamento e conta com o apoio do novo projeto GEF.

Tabela 19: Resumo dos objetivos e atividades específicos, instituições responsáveis, prazo definido para a execução de cada atividade e a situação atual do plano de ação para gestão de PCBs

Plano de ação para a gestão segura de PCBs				
Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Desenvolver uma estratégia para outros setores detentores de PCBs	Inventário de setores prioritários (hospital, escolas, órgãos governamentais).	MMA e Setores	2015 a 2020	Em andamento
	Adoção de estratégias específicas em áreas representativas de setores difusos (como diálogo com o Corpo de Bombeiros sobre a inclusão de critérios PCB em seu relatório de vistoria e diálogo com emissores de licenças para transporte de resíduos perigosos para agilizar os procedimentos).	MMA, IBAMA, e Setores	2015 a 2016	Em andamento. Projeto BRA/21/G31: Destruição PCB "Eliminação Ambientalmente Adequada de PCB no Brasil"

Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2015a.

2.4.4. Situação atual do plano de ação para novos POPs

O quarto plano de ação para novos POPs de uso industrial foi baseado na informação de que PFOS, seus sais e PFOSF, e HBCD, ainda estavam em uso no Brasil. Além disso, as informações recebidas indicaram que os POP PBDEs podem ter sido usados, no passado, como substâncias próprias e que essas substâncias estão presentes em artigos importados, em uso e em resíduos.

Em geral, os resultados dos inventários preliminares indicaram a necessidade de um maior refinamento das informações. Os principais desafios e prioridades de ação identificados foram:

- 1) Adotar e implementar um arcabouço legislativo adequado para cumprir as obrigações relacionadas à proibição e/ou uso de POPs para uso industrial no Brasil.
- 2) Para PFOS, seus sais e PFOSF:
 - a) aprimorar as informações sobre outros possíveis usos dos PFOS, priorizando as categorias que foram identificadas como suspeitas no inventário e, em seguida, as categorias onde há mais riscos de exposição humana;
 - b) realizar estudos para identificar substitutos para a EtFOSA, avaliar a degradação da EtFOSA em PFOSF e avaliar o impacto ambiental da aplicação dessas iscas em ambiente aberto;
 - c) verificar as técnicas e práticas utilizadas pela indústria de galvanoplastia e aplicar medidas para reduzir riscos de exposição e práticas de gestão de resíduos na indústria, com o BAT/BEP;
 - d) realizar estudos para identificar e testar substitutos para PFOS em galvanoplastia;
 - e) promover medidas para reduzir os riscos de exposição aos PFOS para os usos identificados com a aplicação do BAT/BEP;
 - f) garantir que os resíduos PFOS, seus sais e PFOSF sejam gerenciados de maneira ambientalmente adequada; e

g) aprovar cronograma para eliminação do uso de PFOS em galvanoplastia até o vencimento da exceção específica.

3) Para HBCD:

a) melhorar as informações sobre os usos do HBCD no Brasil e eliminar os usos para os quais não há possibilidade de solicitar a exceção específica após a entrada em vigor da alteração do Anexo A em novembro de 2014;

b) enviar solicitação à Secretaria para registro de exceção específica para uso em EPS e XPS na construção civil;

c) realizar estudos e desenvolver programa para gerenciamento adequado de resíduos EPS e XPS contendo HBCD;

d) separar EPS/XPS para que apenas os resíduos não tratados com HBCD sejam reciclados; e

e) identificar e testar alternativas e apresentar um cronograma para a eliminação do uso do HBCD, de acordo com o prazo da exceção específica.

4) Ações para garantir que o descarte e a reciclagem de artigos contendo POP PBDEs sejam realizados de maneira ambientalmente correta.

4.1) Ações relacionadas à reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos:

a) levantamento de práticas e técnicas utilizadas em recicladores de plásticos para verificar a situação atual e melhorias necessárias;

b) elaboração de cartilha que promova a adoção de BAT e BEP para a reciclagem de REEE e divulgação do Guia BAT/BEP para os recicladores; e realização de seminários (*workshops*) e cursos sobre BAT/BEP para o setor. A cartilha deve incluir uma lista negativa de aplicações onde materiais reciclados não devem ser usados, e uma lista positiva especificando aplicações onde esses materiais reciclados REEE podem ser usados;

c) apoio financeiro para que empresas de reciclagem de plásticos adquiram testes de triagem de POPs-PBDEs e equipamentos para reduzir a liberação

dessas substâncias e reduzir a exposição ocupacional; e
d) elaboração de cronograma para eliminação da reciclagem de artigos contendo POPs-PBDEs até o vencimento da exceção específica, ou seja, em 2030.

4.2) Ações relacionadas a PBDEs em veículos automotores:

a) adoção do BEP por meio da implementação da Lei nº 12.977, de 20 de maio de 2014, que regulamenta e disciplina a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres no Brasil;

b) apoio a iniciativas que promovam a reciclagem de veículos pelos estados; e

c) apoio à aprovação do Projeto de Lei nº 67/2013 que altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, para dispor sobre a logística reversa de veículos automotores.

5) Comércio, Importação e Exportação:

a) criação de um Grupo de Trabalho para desenvolver códigos NCM específicos, ou destaques para POPs, e desenvolver estratégias para controlar as operações de importação e exportação de POPs.

6) Medidas para identificação e gestão ambientalmente saudável de artigos contendo POPs:

a) estabelecimento de um Grupo de Trabalho no Conasq para avaliar os sistemas de classificação e rotulagem existentes e desenvolver um sistema adequado para melhorar a troca de informações sobre artigos contendo POPs nas cadeias de suprimentos;

b) elaboração de regulamento para identificação de produtos químicos em artigos e produtos, após a elaboração do PL que estabelece o controle sobre produtos químicos de uso industrial; e

c) criação de um Grupo de Discussão para incluir a questão relacionada à produção e consumo de artigos contendo POPs no Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis.

Alguns avanços foram obtidos no período:

- Atualização e aprimoramento dos inventários de POPs em andamento;
- Fim do prazo de exceções específicas para uso de PFOS em galvanoplastia e HBCD na produção de EPS e XPS (com isso, esses usos são proibidos);
- Condução de um estudo com a Embrapa Meio Ambiente para monitorar a degradação da EtFOSA em PFOS em solos brasileiros; e
- Manuais e Guias BAT/BEP produzidos pela Convenção de Estocolmo traduzidos estão disponíveis no site do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

A primeira atividade estabelecida para os novos POPs de uso industrial foi abordada apenas parcialmente. O desenvolvimento de estudos para identificar alternativas químicas e não químicas à EtFOSA não avançou como esperado e os resultados ainda não são suficientes para propor uma alternativa à EtFOSA. Porém, em 12 de junho de 2023, foi registrado isca formicida a base de Isocloseram no MAPA sob o número 11223, que pode ser uma alternativa à sulfluramida.

O desenvolvimento de estudos para avaliar a transformação ambiental da EtFOSA em PFOS tem avançado e os resultados mostram uma taxa de transformação relevante. O estudo sobre a transformação de PFOS e PFOSF a partir da aplicação de EtFOSA em solos brasileiros deverá ser encaminhado ao Secretariado da Convenção de Estocolmo juntamente com este NIP.

A elaboração de orientações indicando o BAT para produtores de EtFOSA e o BEP para usuários, bem como a realização de seminários (*workshops*) para divulgação e treinamento de BAT/BEP, foram realizados e o guia BAT/BEP está atualmente disponível no site do MMA.

A elaboração de diretrizes sobre BAT/BEP para galvanoplastia e a eliminação de uso também foram concluídas. O prazo para esta exceção específica terminou. No entanto, considerando o baixo engajamento das partes interessadas, não foi possível avaliar o status atual do phase out nem a gestão e descarte de estoques aplicada pelos antigos usuários.

O desenvolvimento de inventário e plano de ação para o estoque de PFOS/PFOSF e gestão de resíduos, para os usos identificados como suspeitos e os usos onde há

maior risco de exposição humana são objetivos da atualização do NIP apresentada no Capítulo 3.

Em relação ao pedido de registro de exceção específica para uso de HBCD em EPS e XPS, a exceção específica foi concedida até 2019. Segundo a Associação Brasileira de Retardantes de Chama, produtos que não contém HBCD já estão disponíveis para substituição.

O desenvolvimento de uma orientação para promover o BAT/BEP e reduzir os riscos de exposição ao HBCD foi realizado e disponibilizado no site do MMA.

Não foi iniciada a realização de estudos e desenvolvimento de um programa para o gerenciamento adequado de resíduos de EPS e XPS contendo HBCD, não permitindo a reciclagem de materiais contendo HBCD.

Foi feita a submissão de um cronograma para eliminação do uso de HBCD, de acordo com o prazo da exceção específica. Alternativas estão atualmente disponíveis e o uso de HBCD não é mais permitido.

Em relação aos PBDEs, o levantamento das práticas e técnicas utilizadas pelos recicladores de plásticos para verificar a situação atual e as melhorias necessárias foi um objetivo da atualização do NIP. No entanto, as partes interessadas não responderam sobre este assunto e a atividade não foi realizada.

A elaboração de uma orientação que promova a adoção de BAT/BEP para a reciclagem de REEE e a divulgação do Guia BAT/BEP para recicladores foi realizada por meio da tradução da respectiva orientação do site da Convenção de Estocolmo e disponibilização em português no site do MMA. No entanto, não foram realizados seminários (*workshops*) e cursos sobre BAT/BEP para o setor.

Ainda não foi abordado o apoio ao desenvolvimento do projeto para aquisição de testes de triagem para detecção de PBDEs e equipamentos para redução de liberações dessas substâncias e redução da exposição ocupacional.

O desenvolvimento de um cronograma para eliminar a reciclagem de artigos contendo POP PBDEs quando a exceção específica expirar, 2030 não foi abordado. Tampouco o apoio a iniciativas que promovem a reciclagem de veículos pelos estados.

Tabela 20: Resumo dos objetivos e atividades específicas, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual do plano de ação para novos POPs de uso industrial. (continua)

Plano de ação para novos POPs de uso industrial

Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Adotar medidas para reduzir e eliminar o uso de PFOS, seus sais e PFOSF – produção não intencional e uso incluído no Anexo B (restrito)	Outros usos – Desenvolvimento de inventário e plano de ação para gerenciar estoques e resíduos de PFOS/PFOSF para usos identificados como suspeitos e usos em que há maior risco de exposição humana. A proposta de Resolução do CONAMA visará a criação de um registro obrigatório das empresas que produzem, importam, exportam, comercializam ou utilizam substâncias controladas de acordo com a Convenção de Estocolmo e auxiliarão nessa identificação.	MMA	2015 a 2016	Concluída/Não necessário/ Guias BAT/BEP disponibilizados
Adotar medidas para reduzir e eliminar o uso não intencional do HBCD incluído no Anexo A (eliminação)	Realizar estudos e desenvolver programas para gerenciar adequadamente os resíduos de EPS e XPS que contenham HBCD proibindo a reciclagem desse material.	ABIPLAST, Setor industrial	2017 a 2020	Não abordado
Adotar medidas para garantir que a reciclagem e o descarte de artigos contendo POP-PBDEs sejam realizados de maneira ambientalmente adequada	REEE – Avaliação de práticas e técnicas utilizadas por empresas de reciclagem de plástico para verificar a situação real e melhorias necessárias.	MMA, ABIPLAST, empresas de reciclagem de plástico	2015	Concluída

Tabela 20: Resumo dos objetivos e atividades específicas, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual do plano de ação para novos POPs de uso industrial. (continuação)

Plano de ação para novos POPs de uso industrial

Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Adotar medidas para garantir que a reciclagem e o descarte de artigos contendo POP-PBDEs sejam realizados de maneira ambientalmente adequada	REEE – Elaboração de cartilha para promover a adoção de BAT e BEP para reciclagem de REEE e divulgação do guia BAT/BEP entre empresas recicladoras, e realização de <i>workshops</i> e seminários sobre BAT/BEP para o setor. O livreto deve incluir uma lista negativa de aplicações nas quais os materiais reciclados não podem ser usados e uma lista positiva especificando a aplicação onde esses materiais reciclados de REEE podem ser usados.	MMA, ABIPLAST, empresas de reciclagem de plástico	2015 a 2016	Concluída com a tradução do BAT/BEP
	REEE – Desenvolvimento de projeto de apoio à aquisição de testes de triagem para detecção de PBDEs e equipamentos que reduzam as emissões dessas substâncias e reduzam a exposição ocupacional.	Empresas de reciclagem de plástico	2016-2017	Não abordado
	REEE – Elaboração de cronograma para eliminação da reciclagem de artigos contendo POP-PBDEs dentro do prazo da exceção específica, ou seja, 2030.	Empresas de reciclagem de plástico	2017-2025	Concluída Prazo para eliminação da reciclagem estabelecido (2030)

Tabela 20: Resumo dos objetivos e atividades específicas, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual do plano de ação para novos POPs de uso industrial. (conclusão)

Plano de ação para novos POPs de uso industrial

Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Adotar medidas para garantir que a reciclagem e o descarte de artigos contendo POP-PBDEs sejam realizados de maneira ambientalmente adequada	Veículos – adoção do BEP por meio da promulgação da Lei 12.977, de 20 de maio de 2014, que regulamenta e disciplina as atividades de desmantelamento de veículos automotores no Brasil.	Governos estaduais/ DETRAN/ Empresas de desmantelamento	2015-2016	Não abordado
	Veículos – apoiar iniciativas que promovam a reciclagem de veículos pelos estados.	Governos estaduais/ DETRAN	2015-2017	Não abordado
	Veículos – Apoiar a aprovação do projeto de lei 67/2013 que altera a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos para prever a logística reversa de veículos automotores.	Congresso	2016-2017	Não abordado
Promover medidas para identificar e gerenciar de forma ambientalmente adequada artigos que contenham POPs.	Criar um grupo no Conasq para avaliar os sistemas de classificação e rotulagem existentes e desenvolver um sistema adequado para melhorar a troca de informações sobre artigos contendo POPs pelas cadeias de suprimentos.	MMA, Conasq	2015-2017	Abordado. GT deve ser retomado após recriação da Conasq
	Criar um grupo de discussão para incluir questões relacionadas à produção e consumo de artigos contendo POPs no Plano de Ação para produção e consumo sustentáveis.	MMA, Setor industrial	2015-2016	Não abordado

Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2015a.

2.4.5. Situação atual do plano de ação para o gerenciamento adequado de áreas contaminadas com POPs

O quinto plano de ação geral para a gestão de áreas contaminadas com POPs destacou as seguintes prioridades de ação: i) promover treinamento e orientação aos órgãos ambientais estaduais para o gerenciamento de áreas contaminadas por POPs; ii) desenvolver guias e documentos de referência para a gestão de áreas contaminadas; e iii) apoiar a implementação de projetos de demonstração para a remediação de áreas contaminadas por PCBs e DDT.

O inventário mostrou que os estados brasileiros estão em diferentes níveis de avanço na tarefa de identificar áreas contaminadas com POPs. Os resultados do Inventário Nacional de Áreas Contaminadas com POPs (MMA, 2015c) levaram à identificação de 117 áreas, das quais nove já foram reabilitadas e duas já estão sendo reaproveitadas. Isso corresponde à descontaminação de 9% do total de áreas contaminadas com POPs. Dos 26 estados do país, 9 apresentam registros de áreas contaminadas com POPs, 8 informaram não ter conhecimento da existência dessas áreas, e nos 9 restantes não foram obtidas informações que levassem a uma identificação adequada. Cerca de 85% das áreas pesquisadas estão localizadas na região sudeste, 81 delas no estado de São Paulo, das quais 31 no município de São Paulo.

Em relação à atividade que previa a execução de Projetos Demonstrativos em uma área contaminada por PCB e uma área contaminada por DDT, foi realizado um projeto demonstrativo para identificar uma área com PCB em Curitiba, Paraná. O Projeto GEF de Gestão Ambientalmente Adequada de Lindano também avaliou a área da Cidade dos Meninos, conhecida por sua contaminação com lindano e DDT. Além disso, o Programa REMEDIAR/FUNASA identificou algumas áreas contaminadas com DDT na sede da FUNASA que armazenavam agrotóxicos para uso em campanhas de saúde pública.

Em 2019, o MMA deu início à Agenda de Qualidade Ambiental Urbana com subtema específico referente a "Áreas Contaminadas". Para tanto, um diagnóstico da situação dos estados em relação à implementação da Resolução CONAMA 420/2009 — que estabelece critérios e valores norteadores da qualidade do solo, quanto à presença de substâncias químicas, e estabelece diretrizes para a gestão ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas — está sendo desenvolvido no Brasil.

Tabela 21: Resumo dos objetivos e atividades específicos, instituições responsáveis, prazo definido para a execução de cada atividade e a situação atual do plano de ação para gestão de locais contaminados com POPs

Plano de ação para gerenciar locais contaminados com POP's listados na Convenção de Estocolmo				
Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Promover treinamento técnico para gestão de locais contaminados por POPs	Elaboração de documento contendo a sistematização de experiências no Estado do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo sobre gestão de sítios contaminados.	MMA e OEMAs	2015-2017	Concluído
Adotar estratégias e procedimentos para identificar e gerenciar locais contaminados por POPs	Identificação de locais contaminados por agrotóxicos POPs e PCBs.	OEMAs	2015-2020	Concluído

Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2015a.

2.4.6. Situação atual do plano de ação para a redução progressiva das liberações de uPOPs

O sexto plano de ação para a redução progressiva das liberações de uPOP foi desenvolvido considerando as informações e dados obtidos no respectivo inventário (MMA, 2015a), a situação das fontes no Brasil e as condições nacionais de cumprimento do BAT/BEP.

A diretriz da estratégia consiste em:

- 1) Considerar condições diferentes para fontes existentes e novas fontes, esta

última com mais ênfase em BAT/BEP;

2) Considerar as condições nacionais ao analisar as medidas no BAT/BEP;

3) Enfatizar as liberações no ar e na água primeiro, pois considera-se que a redução desses meios será mais eficaz na minimização das emissões do que a ação sobre os resíduos;

4) Considerar a participação total das fontes de liberações de uPOPs no Brasil para tomada de decisão quanto ao valor de corte das emissões das fontes avaliadas; e

5) Levar em consideração a deficiência nacional no momento, em termos de infraestrutura laboratorial, e os custos de coleta e análise de amostras, para estabelecer a frequência do monitoramento, bem como considerar possibilidades de monitoramento indireto que possam indicar o cumprimento ou não de medidas de redução que possam ser estabelecidas.

Assim, as estratégias voltadas para: 1) as oito fontes que mais contribuíram para as emissões atmosféricas, são elas: sinterização de minério de ferro; queima de biomassa ao ar livre; incêndios e queima de resíduos a céu aberto (acidentais ou não); incineração de resíduos de serviços de saúde; usinas de ferro/aço; produção de cal; produção de alumínio; recuperação térmica de fios e cabos elétricos. A aplicação da estratégia nas oito fontes atmosféricas prioritárias resultará em uma redução de emissão estimada de 576 g-TEQ no período do plano de ação, correspondendo a uma redução de 49,3% nas emissões para o ar; 2) duas fontes que mais contribuíram para os lançamentos na água: produção de celulose e papel e lançamento de efluentes, sem tratamento, em águas superficiais.

Uma das atividades previstas no plano de ação foi a revisão das Resoluções do CONAMA que determinam limites de emissão para diversos tipos de fontes estacionárias, mas não estabelece limites de emissão para dioxinas e furanos e a discussão da necessidade de criação de limites para fontes específicas/prioritárias. Em razão da reestruturação do Conama, ocorrida em 2019, não foi possível iniciar essa atividade.

A implementação de medidas adequadas para reduzir as emissões de uPOPs, de acordo com os prazos e metas acordados no NIP, é de responsabilidade dos setores e está sendo monitorada pelo MMA.

Tabela 22: Resumo dos objetivos e atividades específicos, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual do plano de ação para a redução progressiva das liberações de uPOP. (continua)

Plano de ação para reduzir progressivamente as liberações de uPOPs de fontes antro-pogênicas

Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Eliminar/Reduzir as emissões de uPOPs em fontes existentes	Implementar as medidas adequadas para reduzir a emissão de uPOPs de acordo com prazos e metas acordados com os seguintes setores prioritários: sinterização de minério de ferro, queima a céu aberto de biomassa, incêndios e queima a céu aberto de resíduos (acidentais e não), incineração de resíduos hospitalares, metalurgia e siderurgia, produção de cal, produção de alumínio, recuperação térmica de fios e cabos elétricos, papel e celulose e descarte de efluentes não tratados em águas superficiais.	Setores	2014-2020	Começou, mas não avançou
	Estabelecer, em conjunto com os estados e o Distrito Federal, ações articuladas para efetivar a implementação de estratégias e medidas para reduzir e/ou eliminar as liberações de PCDD/PCDF quanto ao licenciamento, controle e monitoramento.	MMA e OEMAs	2015 a 2017	Não abordado
Impedir a liberação de uPOPs em novas fontes	Estabelecer ações para licenciamento de novas fontes listadas nos incisos I e III do Anexo C.	OEMAs	2016-2019	Não abordado

Tabela 22: Resumo dos objetivos e atividades específicos, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual do plano de ação para a redução progressiva das liberações de uPOP. (conclusão)

Plano de ação para reduzir progressivamente as liberações de uPOPs de fontes antro-pogênicas

Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Aprimorar o conhecimento das populações, empresas e órgãos fiscalizadores sobre os impactos das uPOPs na saúde e no meio ambiente, fontes de liberação de uPOPs e medidas gerais para sua redução/ eliminação a fim de engajá-las no processo	Elaborar material de divulgação em linguagem adaptada para os diversos setores envolvidos.	MMA, OEMAs, Setor privado	2015-2017	Parcialmente abordado. Setor de tratamento secundário de cobre desenvolveu cartilha de boas práticas.
	Realizar cursos de capacitação para implementação de ações de redução/eliminação e vigilância, bem como monitoramento de fontes e meio ambiente e também em artigos.	MMA, CETESB	2015 a 2020	Parcialmente abordado
Avaliar a eficiência da estratégia adotada	Monitorar e reportar a eficiência dessas ações e a necessidade de alterá-las de acordo com as dificuldades enfrentadas pelos órgãos e empreendimentos governamentais fiscalizadores.	MMA, Setores e OEMAs	2015-2020	Não abordado
	Atualizar o inventário com possível revisão dos fatores de emissão	MMA e Setores	2017-2018	Não abordado

Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2015a.

2.4.7. Situação atual das medidas para divulgar informações, sensibilizar e educar o público

No Brasil, a maioria dos mecanismos de divulgação de informações, conscientização e educação sobre os POPs são realizados pelo MMA, como ponto focal técnico, e pela CETESB, como Centro Regional da Convenção de Estocolmo. Para informações detalhadas sobre este tópico, o leitor deve consultar o Capítulo 2.3.17. sobre o "Nível atual de informação, conscientização e educação entre os grupos-alvo; sistemas existentes para comunicar essas informações aos vários grupos".

Tabela 23: Síntese dos objetivos e atividades específicas, instituições responsáveis, prazo definido para a implementação de cada atividade e a situação atual das medidas de divulgação de informação, sensibilização e educação do público.

Medidas para divulgar informações, sensibilizar e educar o público				
Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Promover a conscientização do público e grupos de interesse	Realizar reuniões preparatórias com ONGs para desenhar estratégias de participação social.	MMA	2014	Concluído
	Realizar um Seminário Nacional de Engajamento com ONGs.	MMA	2015	Concluído
	Preparar um plano de engajamento, divulgação e educação sobre POPs.	MMA	2015-2017	Não abordado
Divulgar informações sobre POPs	Desenvolver o Sistema Nacional de Informação sobre o NIP Brasil.	MMA	2013-2015	Concluído

Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2015a.

2.4.8. Situação atual das medidas para melhorar a capacidade analítica nacional, monitoramento de POPs, pesquisa, desenvolvimento e inovação

Conforme mencionado na seção 2.3.13., a maioria dos estudos e programas de monitoramento de POP no Brasil são financiados pelo Governo Federal por meio de suas agências de fomento à pesquisa e ensino e são realizados principalmente por universidades públicas dentro de seus programas de pós-graduação. Alguns outros programas de monitoramento também têm sido realizados por instituições públicas específicas, como CETESB, EMBRAPA e FIOCRUZ. Atualmente, o Ministério da Saúde está tentando desenvolver e implementar um programa nacional de biomonitoramento que também abrange muitos POPs. Algumas medidas para melhorar a capacidade analítica nacional sobre POPs foram implementadas com sucesso no Brasil. Destaca-se o desenvolvimento da capacidade analítica dentro do projeto de atualização do NIP em que métodos analíticos foram desenvolvidos e implementados pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca. O Laboratório conta com todas as etapas instrumentais necessárias para a identificação e quantificação de SCCPs, PCNs, retardantes de chama bromados POP (HBCD, PBDES, incluindo decaBDE) e alguns agrotóxicos organoclorados e seus subprodutos (dicofol, HCBD e PCP).

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) organizou o seminário "Monitoramento Global de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) da Convenção de Estocolmo – Fase 2: amostragem e análise de novos POPs no Brasil", no período de 27 a 28 de fevereiro de 2023.

O seminário decorreu da conclusão do Projeto Regional GEF/PNUMA intitulado "Apoio regional ao Plano de Monitoramento Global de POPs da Convenção de Estocolmo na Região da América Latina e Caribe", que possuía o Ministério do Meio Ambiente e Mudança Climática (MMA) como coordenador nacional e a CETESB como laboratório responsável pela análise de POPs em amostras de ar e água.

Durante o seminário, foram discutidos diferentes temas relacionados à amostragem e análise de novos POPs no ar ambiente e na água, com a participação de pesquisadores nacionais e internacionais e também os resultados obtidos no projeto, com o intuito de fortalecer a capacidade analítica nacional relacionada aos novos POPs da Convenção de Estocolmo e dar suporte ao Plano de Monitoramento Global na região da América Latina e Caribe (GRULAC).

Tabela 24: Resumo dos objetivos e atividades, instituições responsáveis, prazo para a implementação de cada atividade e situação atual das medidas de melhoria da capacidade analítica nacional, acompanhamento dos POPs, investigação, desenvolvimento e inovação. (continua)

Medidas para melhorar o monitoramento e capacidade analítica dos POPs e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
Promover medidas para melhorar a capacidade analítica e de monitoramento de POPs	Fortalecer grupos de trabalho para discutir a criação de uma rede de monitoramento no Brasil e protocolos de medição.	CETESB (Centro Regional), MMA e MS	2015-2020	Em andamento
	Estudo para desenvolver protocolos de amostragem e análise de novos POPs nas matrizes relevantes para essas substâncias.	CETESB (Centro Regional), Grupo de Monitoramento	2016- 2018	Em andamento
	Apoiar a construção de capacidade analítica em laboratórios nacionais para análise de novos POPs.	(MMA e CONAMA em uma segunda etapa)	2015-2020	Em andamento

Tabela 24: Resumo dos objetivos e atividades, instituições responsáveis, prazo para a implementação de cada atividade e situação atual das medidas de melhoria da capacidade analítica nacional, acompanhamento dos POPs, investigação, desenvolvimento e inovação. (continuação)

Medidas para melhorar o monitoramento e capacidade analítica dos POPs e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
	Incluir a obrigatoriedade de análise/monitoramento de novos POPs por empresas que os utilizem em seus processos industriais ou que reciclem artigos que contenham, no processo de licenciamento.	FINEP, CNPq, Fapest, MMA, MCTI	2016-2017	Não abordado
	Apoiar laboratórios públicos de referência para monitorar POPs, particularmente uPOPs.	MMA/ CONAMA/ OEMAs	2015- 2019	Concluído
	Treinamento em sistema de qualidade e métodos de análise de PCB em óleo isolante para padronização de metodologias e implantação de sistema de qualidade.	MMA, CETESB	2014- 2015	Concluído
	Estabelecer estratégia e metodologia para monitoramento de uPOPs em produtos e artigos.	INMETRO e MMA	2018- 2019	Não abordado
	Apoiar o estabelecimento de linhas de crédito para promover a melhoria da estrutura privada para amostragem e análise de uPOPs.	MMA, MDIC, INMETRO	2017- 2018	Não abordado/ não mais necessário

Tabela 24: Resumo dos objetivos e atividades, instituições responsáveis, prazo para a implementação de cada atividade e situação atual das medidas de melhoria da capacidade analítica nacional, acompanhamento dos POPs, investigação, desenvolvimento e inovação. (conclusão)

Medidas para melhorar o monitoramento e capacidade analítica dos POPs e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação				
Objetivo	Atividade	Responsável	Período	Situação
	Participar do Plano de Monitoramento Global (GMP) dos POPs do PNUMA, a fim de obter informações sobre tendências e outros países, em especial, da América Latina.	MMA, Academias, Instituições de Ensino e Pesquisa, OEMAs	Contínuo	Em andamento
	Implementar o registo de emissões e transferências de poluentes (PRTR) – sistema de registo de dados e informações sobre as fontes nacionais de poluentes com vista à obtenção de informação local para complementar os inventários nacionais e quantificar as emissões.	MMA, IBAMA, Setor privado	2015-2016	Não abordado

Fonte: Adaptado pelo autor de MMA, 2015a.

3. PLANOS DE ESTRATÉGIA E AÇÃO

As estratégias e planos de ação estabelecidos pelo governo brasileiro para cumprir as obrigações decorrentes da Convenção de Estocolmo são apresentados neste capítulo, e representam a declaração formal de compromisso do governo de atender à disposição da Convenção de Estocolmo; os planos de ação definidos de acordo com o estado de implementação do primeiro NIP e as prioridades identificadas nos novos inventários POP; e as estratégias planejadas para abordar cada atividade específica dentro dos objetivos estabelecidos.

3.1. Declaração de política

O compromisso brasileiro com a proteção do meio ambiente e da vida humana está estabelecido na Constituição Federal sendo, portanto, prioridade nacional acima de qualquer governo transitório. Isso pode ser endossado pela participação ativa do Brasil em diversos acordos internacionais para a proteção do meio ambiente e, em última instância, da vida humana. Portanto, o Governo do Brasil está comprometido com a efetiva implementação da Convenção de Estocolmo e esta última está intimamente relacionada com a política ambiental e as estratégias de desenvolvimento sustentável do país, bem como com a implementação de outros tratados internacionais, como o SAICM, e Convenções de Basileia e Roterdã (ver Capítulo 2.2.).

Em termos gerais, o Brasil está comprometido com:

- expandir e fortalecer a capacidade institucional nacional e o quadro jurídico para a gestão de produtos químicos, incluindo POPs;
- expandir e fortalecer a capacidade nacional em ciência e tecnologia para desenvolver monitoramento, inventários e gestão adequados de produtos químicos perigosos, incluindo POPs;
- reduzir as liberações de POPs para o meio ambiente e, quando viável, eliminar a produção e aplicação de POPs;
- aumentar a conscientização e a educação pública sobre produtos químicos perigosos, incluindo POPs, e seus possíveis impactos no meio ambiente e na saúde humana;

- aumentar a conscientização das partes interessadas sobre questões de POPs e, portanto, aumentar seu nível de engajamento para uma implementação mais abrangente das políticas ambientais nacionais e dos tratados internacionais relativos a produtos químicos perigosos, incluindo POPs;
- melhorar a gestão de resíduos no país e passar para uma economia mais circular considerando os desafios impostos pela ocorrência de produtos químicos perigosos, incluindo POPs, em bens de consumo atualmente; e
- buscar a implementação sinérgica de acordos internacionais relevantes e políticas e projetos nacionais.

O processo de desenvolvimento da atualização do NIP envolveu — em um nível muito mais baixo do que o primeiro NIP — a participação ativa de uma ampla base de interessados nacionais relevantes, incluindo ministérios, departamentos e agências governamentais; instituições de pesquisa e academia; e ONGs. Além disso, a atualização do NIP deve ser endossada pelas mesmas partes interessadas relevantes antes de sua transmissão ao Secretariado da Convenção de Estocolmo.

3.2. Estratégia de implementação

Ações, atividades e estratégias apropriadas preparadas na atualização do NIP serão implementadas para reduzir e, finalmente, eliminar POPs do meio ambiente, conforme previsto na Convenção de Estocolmo. A atualização do NIP leva em consideração o trabalho e as avaliações existentes para formar parte integrante da agenda ambiental nacional e do programa integrado de gestão de produtos químicos e resíduos perigosos no Brasil. Também leva em devida conta os objetivos da agenda nacional de desenvolvimento sustentável em termos de políticas e ações sociais, econômicas e ambientais, a fim de maximizar seus benefícios globais. Isso evitará “reinventar a roda” e vinculará o NIP a iniciativas nacionais relacionadas a produtos químicos e gestão de resíduos, sempre que possível, para garantir a máxima eficiência e reduzir a duplicação de esforços.

O Brasil tem plena consciência de que os POPs representam apenas uma parte da tarefa de gestão de produtos químicos e do desafio da gestão de resíduos perigosos. Portanto, a atualização do NIP tenta vincular e harmonizar as diferentes atividades sobre substâncias químicas (outras convenções de substâncias químicas e SAICM) e gestão de resíduos perigosos relacionados (POPs, mercúrio, substâncias destruidoras

da camada de ozônio e plásticos). Além disso, a gestão de resíduos e a destruição de produtos químicos perigosos precisam ser abordadas de maneira holística e devem abordar todos os tipos de resíduos químicos perigosos, quando apropriado, garantindo o cofinanciamento na implementação.

O Brasil acredita que lidar com os POPs de forma integrada, como parte do macro arcabouço do país (político, econômico, ambiental e de saúde; bem como dentro dos planos de gestão de produtos químicos, plásticos, resíduos e áreas contaminados), resultará em uma implementação efetiva, bem como atrair parceiros internacionais de desenvolvimento.

De acordo com a agenda de desenvolvimento global, o NIP brasileiro está alinhado ao Acordo do Princípio 10 da Declaração do Rio, que afirma:

“As questões ambientais são mais bem tratadas com a participação de todos os cidadãos interessados, ao nível relevante. Em nível nacional, cada indivíduo deve ter acesso adequado às informações relativas ao meio ambiente detidas pelas autoridades públicas, incluindo informações sobre materiais e atividades perigosas em suas comunidades, e a oportunidade de participar dos processos de tomada de decisão. Os Estados devem facilitar e incentivar a conscientização e a participação do público, tornando as informações amplamente disponíveis. O acesso efetivo a processos judiciais e administrativos, incluindo reparação e reparação, deve ser fornecido”.

Melhorar a gestão do ciclo de vida de substâncias químicas e, principalmente, a gestão de POP apoiará o Governo do Brasil a trabalhar para o alcance de alguns Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (SDG), como:

- SDG 3 *“Boa saúde e bem-estar”* — Garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todos em todas as idades;
- SDG 5 *“Igualdade de gênero”* — Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas;
- SDG 6 *“Água Limpa e Saneamento”* — Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos;
- SDG 9 *“Indústria, Inovação e Infraestrutura”* — Construir infraestrutura resiliente,

promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;

- SDG 11 “*Cidades e Comunidades Sustentáveis*” — Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; e
- SDG 12 “*Consumo e Produção Responsável*” — Garantir padrões sustentáveis de consumo e produção.

Dito isso, é importante destacar que há considerável base legal para controles de produção, comércio exterior, transporte, uso de produtos químicos e disposição de resíduos perigosos pertencentes a POPs no Brasil. Algumas lacunas, no entanto, ainda são um gargalo para uma implementação abrangente da Convenção de Estocolmo no país.

De acordo com seus mandatos, os Estados precisam desenvolver sua legislação específica e desenvolver programas para implementar os planos de ação dentro do NIP. Alguns estados possuem legislação, mas em outros há desconhecimento sobre a legislação nacional e/ou responsabilidades estabelecidas. Além disso, é possível identificar casos de resistência consciente ao cumprimento de obrigações legais, consolidando situações de infrações ambientais.

Esforços para o cumprimento da legislação existente incluem a qualificação do pessoal, aumento do número de agentes de vigilância e intensificação da vigilância. Abaixo estão listadas as principais conclusões traçadas no estudo das lacunas legais e revisão necessária.

1) Registro de Agrotóxicos, Produtos Domésticos, Preservativos de Madeira e outros: embora esses produtos tenham sido analisados e classificados de acordo com os critérios de toxicidade, ecotoxicidade, persistência, bioacumulação e transporte, não há critérios objetivos para verificar as condições que dificultariam o registro do ingrediente ativo com base nas características estabelecidas no Anexo D da Convenção.

Em relação à situação legal dos agrotóxicos POP, todos já são proibidos por atos normativos específicos em consonância com o disposto na Convenção, portanto não há necessidade de legislação adicional.

2) Químicos Industriais: existem regulamentos que estabelecem restrições ou proibições para alguns químicos industriais específicos, como benzeno, amianto,

cloro, mercúrio, PCBs e substâncias destruidoras da camada de ozônio, mas não há legislação geral que abranja todos os produtos químicos para uso industrial de forma abrangente e sistemática. O PL 6120/2019 tem o objetivo de sanar uma lacuna regulatória no Brasil, que ainda não dispõe de um regramento que estabeleça e discipline procedimentos de avaliação e instrumentos de controle para o gerenciamento dos riscos das substâncias químicas. Desta forma, atualmente, as substâncias químicas de uso industrial são colocadas no mercado nacional (produzidas e importadas) sem nenhum tipo de acompanhamento ou controle sistemático do poder público.

3) PCBs: no que diz respeito à legislação sobre PCBs, existem regulamentos publicados para proibir o uso de POPs em novos equipamentos e disciplinar sua manutenção e a gestão ambientalmente adequada de PCBs no Brasil.

4) Para os produtos químicos cujos usos são permitidos, publicar o Guia BAT/BEP deve ser utilizado no processo de licenciamento das atividades que utilizam esses POPs, seus resíduos e produtos contendo POPs no BAT/BEP.

5) Rotulagem de POPs: O Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS) está implementado no ambiente de trabalho no país. Da mesma forma, o Brasil deve acompanhar o debate internacional sobre estratégias de rotulagem e identificação de produtos e artigos contendo POPs e implementá-los no país.

6) Códigos Aduaneiros — Importação e Exportação: a maioria dos novos POPs de uso industrial não possui códigos alfandegários individuais, utilizando códigos que identificam grandes grupos de substâncias. Isso dificulta a obtenção de dados sobre o comércio exterior desses POPs e as quantidades comercializadas. Assim, é necessário discutir o estabelecimento de códigos específicos para novos POPs de uso industrial para possibilitar sua adequada identificação e monitoramento do comércio internacional.

7) Gestão de resíduos contendo POPs: avaliar a possibilidade de inclusão de orientações para a reciclagem de resíduos elétricos e eletrônicos no acordo de logística reversa e a implementação de uma estratégia para o desmantelamento de veículos.

8) Controles de qualidade da água e do solo: quanto à legislação para monitoramento de POPs na água e no solo, não abrange todos os POPs listados

na Convenção. Os padrões de detecção de POPs estabelecidos por esses regulamentos se mostraram insuficientes para quantificar suas concentrações.

9) Emissões de POPs não intencionais: os limites de dioxinas e furanos estabelecidos para incineração de resíduos são mais brandos do que os sugeridos no Guia BAT/BEP da Convenção e a possibilidade de atualização deve ser avaliada e enviada ao Conama. O Inventário Nacional de Fontes e Estimativas de Emissões de Dioxinas e Furanos precisa ser atualizado, para definição de estratégias para determinar metas de redução para empresas/fontes de emissão e servir de base legal e guia para ações de fiscalização e sanção dos órgãos estaduais no âmbito das atividades de fiscalização e licenciamento.

10) A Conasq, quando recriada, deve retomar o seu papel na articulação interinstitucional para a implementação do NIP no Brasil. Um Grupo de Trabalho permanente poderá acompanhar a implementação do NIP.

Capacidade institucional: não foi realizada avaliação da capacidade das instituições para conduzir as atividades dos planos de ação para a implementação da Convenção de Estocolmo. No entanto, a partir do contato rotineiro do MMA com as instituições, inclusive para o desenvolvimento de atividades e seminários do NIP, foi possível apontar as seguintes lacunas de gestão:

- Órgãos governamentais têm equipes pequenas para realizar determinadas atividades por lei;
- Fiscalização insuficiente;
- Necessidade de produção de guias de tecnologia e manuais de procedimentos para orientar as atividades;
- Falta de formação e qualificação especializada;
- Inexistência de sistemas informáticos de registro de dados, o que dificulta a rápida coleta de informação e registro do histórico das atividades;
- Mudanças frequentes de quadros e gestores que podem levar à descontinuidade de algumas ações;
- Dificuldade do corpo técnico em articular ações conjuntas com os tomadores de

decisão da sua instituição;

- Dificuldades na realização de atividades coordenadas, articuladas e integradas entre os diversos órgãos; e
- As responsabilidades não são claramente definidas, sobrepondo-se a outros órgãos governamentais.

Essa realidade, no entanto, varia em certa medida entre os estados. Alguns estados são mais capazes de estruturar suas instituições e desenvolver suas ações com mais facilidade do que outros e são mais bem-sucedidos em lidar com as dificuldades. Para orientar as autoridades estaduais e locais sobre suas responsabilidades na execução das atividades de implementação da Convenção de Estocolmo e na gestão dos POPs, algumas ações foram sugeridas:

- Consolidar um documento padrão contendo as atividades a serem realizadas pelos órgãos nos estados e o conteúdo de suas obrigações de acordo com seus mandatos legais estabelecidos;
- Preparar documentos-modelo, termos de referência e guias de atividades;
- Indicar pontos focais técnicos nos estados para formar uma rede nacional de contatos para troca de experiências e implementação do NIP; e
- Realizar oficinas periódicas com pontos focais.

Essas medidas ajudarão a formar uma organização institucional em torno da Convenção e a implementação das atividades do NIP.

3.3 Planos de Ação, incluindo as respectivas atividades e estratégias

Os planos de ação foram detalhados nos Quadros específicos abaixo e seguem as estratégias acima mencionadas no Capítulo 3.2. Além disso, a maioria das atividades que não foram totalmente abordadas no NIP anterior devem ser continuadas e adotadas no NIP atualizado, caso ainda sejam relevantes.

3.3.1 Atividade: Medidas de fortalecimento institucional e regulatório

Quadro 1: Plano de Ação para o fortalecimento institucional e regulatório (continua)

Metas comuns para todos os POPs do NIP atualizado				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Concluir as atividades propostas pelo NIP 2015 que ainda não foram aborda-das ou concluídas	Medidas para fortalecer e ampliar o marco legal e a capacidade institucional nacional para gerir os POPs			
	Artigo 3º, Parágrafo 1º (novos POPs): 1) Disponibilizar aos OEMAs Guia BAT/BEP com diretrizes para o licenciamento ambiental de atividades que utilizem POPs no âmbito de exceções específicas e finalidades aceitáveis; 2) Incluir recomendações BAT/BEP no processo de licenciamento de empresas que produzem e utilizam novos POPs.	Até 2025	MMA, OEMAs e setores	25,000 USD
	Artigo 3º, Parágrafo 1º (Controle de Importação e Exportação): Realizar controle de importação conforme os códigos aduaneiros para novos POPs disponibilizados pela OMC e desenvolver estratégias de controle das operações de importação e exportação.	Até 2025	MMA, IBAMA, Receita Federal E MDIC	30,000 USD
	Artigo 5º - Discutir a necessidade de revisão das Resoluções do CONAMA que disciplinam o tratamento térmico de resíduos e fontes estacionárias sobre os limites de emissão de dioxinas e furanos.	Até 2025	MMA e CONAMA	30,000 USD
	Artigo 11º – Discutir a revisão das Resoluções do CONAMA que tratam da qualidade da água e do solo para incluir os POPs nos parâmetros de qualidade ambiental.	Até 2025	MMA e CONAMA	30,000 USD

Quadro 1: Plano de Ação para o fortalecimento institucional e regulatório
(continuação)

Metas comuns para todos os POPs do NIP atualizado

Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Eliminar/Reduzir as emissões de uPOPs em fontes existentes	Reduzir progressivamente as liberações de uPOPs de fontes antropogênicas			
	Atualizar inventário de liberações de uPOPs de fontes antropogênicas	Até 2025	MMA, OEMAs e setores	20,000 USD
	Desenvolver estratégias setoriais para Implementar as medidas adequadas para reduzir a emissão de uPOPs de acordo com prazos e metas acordados com os seguintes setores prioritários: sinterização de minério de ferro, queima de biomassa a céu aberto, incêndios e queima a céu aberto de resíduos (acidentais e não), incineração de resíduos hospitalares, metalurgia e siderúrgicas, produção de cal, produção de alumínio, recuperação térmica de fios e cabos elétricos, papel e celulose e descarte de efluentes não tratados em águas superficiais.	Até 2026	MMA, OEMAs e setores	20,000 USD
	Estabelecer, em conjunto com os estados e o Distrito Federal, ações articuladas para efetivar a implementação de estratégias e medidas para reduzir e/ou eliminar as liberações de PCDD/PCDF quanto ao licenciamento, controle e monitoramento.	Até 2026	MMA e OEMAs	300,000 USD
Eliminar/Reduzir as emissões de uPOPs em fontes existentes	Elaborar material de divulgação em linguagem adaptada para os diversos setores envolvidos.	Até 2025	MMA, OEMAs, setor privado	80,000 USD
	Realizar cursos de capacitação para implementação de ações de redução/ eliminação e fiscalização, bem como monitoramento de fontes e meio ambiente e também em artigos.	Até 2025	MMA, CETESB	150,000 USD
	Monitorar e reportar a eficiência dessas ações e a necessidade de alterá-las de acordo com as dificuldades enfrentadas pelos órgãos e empreendimentos de fiscalização do governo.	Até 2027	MMA, Setores e OEMAs	120,000 USD

Quadro 1: Plano de Ação para o fortalecimento institucional e regulatório (conclusão)

Metas comuns para todos os POPs do NIP atualizado				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
	Atualizar os inventários, incluindo Novos POPs listados na Convenção.	Até 2028	MMA e Setores	50,000 USD
Promover a conscientização do público e grupos de interesse	Disseminar informações, conscientizar e educar o público			
	Realizar um Seminário Nacional de Engajamento com <i>Stakeholders</i> .	Até 2024	MMA	30,000 USD
	Preparar um plano de engajamento, divulgação e educação sobre POPs.	Até 2024	MMA	30,000 USD
Divulgar informações sobre POPs	Disponibilizar informações sobre o NIP Brasil no site do MMA	Até 2024	MMA	8,000 USD
Reestabelecer a Conasq como mecanismo de articulação e acompanhamento permanente da implementação do NIP	Criar Grupo de Trabalho permanente o âmbito da Conasq para acompanhar e promover a implementação do NIP.	Contínuo	MMA/Membros da Conasq/ Convidados	40,000 USD
Promover medidas para melhorar a capacidade analítica e de monitoramento de POPs	Medidas para melhorar o monitoramento e capacidade analítica dos POPs e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação			
	Discutir a criação de uma rede de monitoramento no Brasil e protocolos de medição.	Até 2024	CETESB (Centro Regional), MMA e MS	20,000 USD
	Desenvolver protocolos de amostragem e análise de novos POPs nas matrizes relevantes para essas substâncias.	Até 2024	CETESB (Centro Regional), Monitoring Group	25,000 USD
	Apoiar a construção de capacidade analítica em laboratórios nacionais para análise de novos POPs.	Até 2027	(MMA e CONAMA em uma segunda etapa)	500,000 USD
	Incluir a obrigatoriedade de análise/monitoramento de novos POPs por empresas que os utilizem em seus processos industriais ou que reciclem artigos que contenham, no processo de licenciamento.	Até 2025	FINEP, CNPq, Fapest, MMA, MCTI	20,000 USD
	Apoiar laboratórios públicos de referência para monitorar POPs, particularmente uPOPs.	Até 2027	MMA/ CONAMA/ OEMAs	30,000 USD
Aumentar a participação do setor industrial	Desenvolver acordos setoriais para implementar as atividades do NIP	Até 2025	MMA IBAMA OEMAs	30,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

3.3.2. Atividade: Medidas para reduzir ou eliminar as emissões a partir da produção e uso intencionais de POPs

Nenhuma produção intencional atual de qualquer POP listado foi identificada no Brasil. Isso significa que o Brasil precisa focar nas liberações de uso intencional e principalmente no gerenciamento do ciclo de vida de produtos contendo POPs. Alguns POPs industriais recentemente listados, como SCCPs (ou outras misturas de CP contendo SCCPs acima de 1% em peso) e c-decaBDE, podem ser usados no Brasil para suas aplicações de exceções específicas. A importação de produtos contendo POPs pode desempenhar um papel importante nas liberações de POP no meio ambiente e na exposição à saúde humana, como pode ser depreendido quando da análise dos inventários individuais de POPs. A falta de informação sobre o conteúdo de POPs em bens de consumo representa um desafio expressivo para evitar lançamentos de POPs e exposição humana no país. Além disso, considerando a atual situação nacional de gestão de resíduos, os resíduos contendo POPs podem se tornar a fonte mais relevante de liberação de POPs para o meio ambiente se não forem tratados de maneira ambientalmente segura.

Recentemente, um estudo realizado pela EMBRAPA confirmou que iscas de formigas EtFOSA podem ser uma fonte de liberação de PFOS para solos locais. Portanto, é importante adotar medidas para reduzir ou eliminar as liberações desta aplicação de finalidade aceitável deste precursor de PFOS.

3.3.3 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estocagem e resíduos de agrotóxicos do Anexo A POPs (Anexo A, Parte I de produtos químicos)

Quadro 2: Plano de Ação para o PCP

Plano de ação para o PCP				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Monitoramento de Áreas Potencialmente Contaminadas e seu Entorno	Acompanhar o estado de contaminação por PCP (e PCA) em amostras biológicas de outros estados do país, que não os hotspots de contaminação ambiental representados pelos municípios localizados na Baixada Santista (SP)	Até 2026	Instituições de Pesquisa OEMAs (Cetesb)	20,000 USD
	Avaliar as Regiões Sul e Sudeste, que lideram os setores de madeira, geração e transmissão de energia e construção. Os órgãos ambientais responsáveis nessas regiões devem ser informados sobre a importância de realizarem programas de monitoramento, quando aplicável, para avaliar possíveis fontes de contaminação derivadas do uso de PCP em postes e cruzetas, além da avaliação de riscos potenciais de exposição humana devido ao reaproveitamento de madeira de demolição tratada com PCP no passado para a produção de utensílios domésticos e serragem utilizados na produção de frango.	Até 2026	OEMAs Setor privado	30,000 USD
	Mapeamento de áreas contaminadas para avaliação futura de possíveis medidas de mitigação, visando proteger a saúde humana e ambiental.	Até 2026	Ibama e OEMAs	40,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

Quadro 3: Plano de Ação para o Dicofol

Plano de ação para o Dicofol				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Refinar o controle de comércio exterior	Esclarecer a finalidade para a qual o dicofol foi importado em 2018 e 2020.	Até 2024	MDIC Setor privado	5,000 USD
Implementação de programas de monitoramento	Implementar estudos de monitoramento ambiental nas regiões do país onde o dicofol foi amplamente utilizado para identificar locais contaminados.	Até 2024	OEMAs Instituições de pesquisa	20,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

Quadro 4: Plano de Ação para Agrotóxicos POPs Obsoletos

Plano de Ação para Agrotóxicos POPs Obsoletos				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Revisar o Inventário de Agrotóxicos Obsoletos	Atualizar o inventário de agrotóxicos POPs.	Até 2025	MMA Instituições de Pesquisa	5,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

3.3.4 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, identificação, rotulagem, remoção, armazenamento e descarte de PCBs e equipamentos contendo PCBs (Anexo A, Parte II produtos químicos)

Quadro 5: Plano de Ação para a gestão adequada de PCBs

Plano de Ação para a gestão adequada de PCBs				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Desenvolver uma estratégia para outros setores de retenção de PCB	Inventário Nacional de PCBs para todos os detentores, em especial setores prioritários (hospital, escolas, órgãos governamentais).	De 2024 a 2028	MMA e setores	50,000 USD
	Adoção de estratégias específicas para a destinação ambientalmente adequada de PCB no Brasil.	Até 2025	MMA, IBAMA e setores	10,000 USD
	Destruição ambientalmente adequada dos estoques remanescentes de PCB.	Até 2028	MMA, IBAMA, OEMAs, setores	6,900,000 USD (Projeto GEF)
	Eliminação do uso de bifenilos policlorados em equipamentos (por exemplo, transformadores, capacitores ou outros receptáculos contendo estoques líquidos).	Até 2025	MMA, IBAMA, OEMAs, setores	Projeto PCB

Fonte: Adaptado pelo Autor do MMA, 2015a.

3.3.5 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estocagem e resíduos de hexa-BDE e heptaBDE (Anexo A, Parte IV produtos químicos) e tetraBDE e pentaBDE (Anexo A, Parte V produtos químicos) e decaBDE (Anexo A, Parte I e Parte IX) (e HBB, onde aplicável (Anexo A, Parte I produtos químicos)

Quadro 6: Plano de Ação para PBDEs

Plano de Ação para PBDEs				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Desenvolvimento de novos regulamentos	Avaliar necessidade de restituir o Grupo de Trabalho da Diretiva Brasileira de Restrição de Substâncias Perigosas (RoHS), no âmbito da Conasq, para desenvolver Resolução Conama RoHS Brasil.	Até 2024	Conasq	25,000 USD
Desenvolvimento de novos estudos	Identificação de áreas com estoque de mercadorias com alta concentração de produtos contendo PBDE.	Até 2024	Instituições de pesquisa, OEMAs	20,000 USD
	Adoção de medidas e estratégias de prevenção de produtos que contenham POPs sejam descartados inadequadamente em aterros sanitários.	Até 2025	Instituições de pesquisa, OEMAs	5,000 USD
Melhorar as medidas de reciclagem	Apoiar a implementação do Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos Domésticos e seus Componentes.	Até 2027	MMA Setor privado	80,000 USD
	Encerrar atividades de reciclagem de produtos contendo PBDEs.	Até 2030	MMA Setor privado	60,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

Quadro 7: Plano de Ação para os decaBDE

Plano de Ação para os decaBDE				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Desenvolvimento de novos regulamentos	Avaliar necessidade de restituir o Grupo de Trabalho da Diretiva Brasileira de Restrição de Substâncias Perigosas (RoHS), no âmbito da Conasq, para desenvolver Resolução Conama RoHS Brasil.	Até 2024	Conasq	25,000 USD
	Avaliar a necessidade de regular o atual processo de reciclagem de produtos eletroeletrônicos domésticos e seus componentes.	Até 2025	Conasq	5,000 USD
Desenvolvimento de estudos	Criação de valores de referência para decaBDE para amostras ambientais, como solo, sedimento, água e ar. Os valores de dose de referência para alimentos também devem ser sugeridos, por exemplo, para peixes.	Até 2025	CONAMA OEMAs Instituições de pesquisa Setor privado	30,000 USD
	Adoção de medidas e estratégias para evitar que produtos contendo decaBDE sejam descartados de forma inadequada em aterros sanitários.	Até 2025	Instituições de pesquisa, OEMAs	5,000 USD
Melhorar as medidas de reciclagem	Apoiar a implementação do Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos Domésticos e seus Componentes.	Até 2027	MMA Setor privado	80,000 USD
	Informar o setor privado sobre a importância de adotarem estratégias para a separação dos artigos contendo decaBDE antes do processo de reciclagem.	Até 2025	MMA OEMAs Setor privado	2,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

3.3.6 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de HBCD (Anexo A, Parte I)

Quadro 8: Plano de Ação para o HBCD

Plano de Ação para o HBCD				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Reforçar as medidas de monitoramento	Informar os órgãos responsáveis pela fiscalização da necessidade de identificar a quantidade importada de EPS e XPS que possa conter HBCD, para que implementem medidas de controle do EPS importado da China.	Até 2025	IBAMA Receita Federal Polícia Federal e ME	30,000 USD
Mais perguntas para a empresa respondente	Avaliar como tem sido realizada a gestão de resíduos de HBCD, bem como de materiais EPS e XPS contendo HBCD.	Até 2024	MMA OEMAs Setor Privado	10,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

3.3.7 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos da HCBD (Anexo A, Parte I e Anexo C)

Quadro 9: Plano de Ação para o HCBD (continua)

Plano de Ação para o HCBD				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Monitoramento de Áreas Potencialmente Contaminadas e seu Entorno	<p>Monitorar o entorno de plantas industriais onde os solventes organoclorados foram e/ou são produzidos em algum grau. Abaixo, mencionamos os locais e áreas onde os resíduos dessas empresas foram descartados ou liberados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dow - Aratu (Bahia) • Braskem - Maceió (Aracajú) • Unipar Carbocloro - Cubatão (São Paulo) <p>Para os dois primeiros, informações e dados já desenvolvidos por autoridades locais, indústria e outras partes interessadas devem ser compilados como uma primeira base para o desenvolvimento de futuros planos de monitoramento e avaliação.</p>	Até 2025	OEMAs	10,000 USD
	<p>Analisar a situação ambiental e potencial exposição de humanos ao HCBD na região de Cubatão, São Paulo, que é estratégica para o monitoramento do HCBD no país.</p>	Até 2026	CETESB	25,000 USD

Quadro 9: Plano de Ação para o HCBD (conclusão)

Plano de Ação para o HCBD				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Avaliação da Produção Atual de Organoclorados no Brasil	As produções atuais com potencial para formar e liberar HCBD no meio ambiente devem ser avaliadas quanto ao seu processamento, geração e gestão de resíduos, principalmente em relação às atividades industriais de solventes clorados. Isso inclui não apenas os locais de produção mencionados anteriormente, mas também outros potenciais produtores de organoclorados no território nacional.	Até 2024	Instituições de pesquisa OEMAs	10,000 USD
Monitoramento de Produtos Químicos e Resíduos Importados	O percloroetileno e outros solventes clorados importados e utilizados no Brasil devem ser analisados quanto ao seu possível teor de HCBD em suas formulações técnicas. A possibilidade de estabelecer limites para o teor de HCBD (definido ou estimado), nesses produtos químicos, também deve ser considerada.	Até 2025	IBAMA Instituições de pesquisa OEMAs	25,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

3.3.8. Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de PCNs (Anexo A, Parte I e Anexo C)

Quadro 10: Plano de Ação para PCNs

Plano de Ação para PCNs				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Avaliação de concentrações residuais em produtos	A análise química é recomendada para materiais de aplicação aberta de edificações das décadas de 1960/70 - como selantes, tintas e revestimentos externos (impermeáveis e anticorrosivos), além de capacitores - pois possuem longa vida útil e ainda podem estar presentes em estruturas construídas no período de pico do uso mundial de PCNs.	Até 2025	MMA OEMAs Instituições de pesquisa	25,000 USD
	Analisar espumas de cloropreno, nas quais os PCNs foram aplicados até o início dos anos 2000, e ainda pode haver resquícios em circulação no país.	Até 2025	Instituições de pesquisa	25,000 USD
	Analisar produtos aos quais CPs são adicionados principalmente, para estimar a entrada atual de PCNs não intencionais.	Até 2025	Instituições de pesquisa	15,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

3.3.9 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de SCCPs (Anexo A, Parte I)

Quadro 11: Plano de Ação para SCCPs

Plano de Ação para SCCPs				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Refinar o controle de comércio exterior	Controlar o comércio internacional de CPs de forma específica para SCCPs, MCCPs e LCCPs, ou pelo menos estabelecer um controle específico para CPs que englobe todas as variações de comprimentos de cadeia e percentuais de cloração, mas não abrangendo qualquer outro tipo de produto.	Até 2025	IBAMA ME Receita Federal Polícia Federal	20,000 USD
Identificar a composição química dos produtos à base de CP	Confirmar a composição química (porcentagem de cada comprimento de cadeia e teor de cloro) dos CPs em bens de consumo a base de PVC.	Até 2024	Instituições de pesquisa	30,000 USD
Implementar programas de monitoramento de CP	Implementação de projetos de monitoramento ambiental em torno de potenciais indústrias que usam CPs.	Até 2025	OEMAs Setor privado	60,000 USD
	Monitoramento de bens de consumo e produtos recicláveis: os produtos poliméricos, principalmente os produzidos em larga escala e comumente aditivados com CPs como borrachas e PVC, devem ser investigados para evitar a exposição humana e ambiental aos CPs por meio de produtos feitos com esse material reciclado.	Até 2025	OEMAs Setor privado	40,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

3.3.10 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de PFOA, seus sais e compostos relacionados com PFOA (Anexo A, Parte I e Parte X)

Quadro 12: Plano de Ação para PFOA, seus sais e compostos

Plano de ação para o PFOA, seus sais e compostos relacionados ao PFOA

Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Aumentar a pesquisa sobre ocorrência em matrizes ambientais	Incentivar estudos e projetos que visem preencher lacunas de conhecimento e trazer luz à situação da contaminação ambiental por PFOA no país, a fim de melhor gerenciar os riscos dos resíduos tóxicos no território brasileiro.	Até 2024	IBAMA OEMAs	35.000 USD
	Aumentar o número de estudos que investigam a ocorrência de PFOA em água potável e alimentos, o que pode ter consequências para a saúde pública nacional.	Até 2024	Instituições de pesquisa	35.000 USD
	Atualizar o inventário analisando o uso de espumas de combate a incêndio.	Até 2024	Instituições de pesquisa	10.000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

3.3.11 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de DDT (Anexo B, Parte II, produtos químicos), se utilizados no país

Não há um plano de ação específico em relação ao DDT no Brasil porque o DDT não é mais utilizado no país há mais de uma década. Além disso, os estoques identificados já foram devidamente descartados. Portanto, o DDT não é mais uma questão relevante de POP no Brasil.

3.3.12 Atividade: Produção, importação e exportação, uso, estoques e resíduos de PFOS, seus sais e PFOSF (Anexo B, Parte III produtos químicos)

Quadro 13: Plano de Ação para PFOS, seus sais e PFOSF

Plano de Ação para PFOS, seus sais e PFOSF				
Objetivo	Atividade	Período	Responsável	Recursos
Concluir as atividades propostas no plano de ação do NIP 2015 que ainda não foram iniciadas ou concluídas	Realização de estudos para identificar substitutos químicos e não químicos para EtFOSA e verificar a contaminação de PFOS e PFOSF nas áreas de aplicação.	Até 2026	MAPA, IBAMA, ANVISA, Instituições de Pesquisa, EMBRAPA, Setor Privado	60,000 USD
Monitoramento de áreas com risco de contaminação por PFOS	Inspecionar as áreas adjacentes às fábricas de iscas formicidas, locais onde compostos relacionados a PFOS e iscas formicidas são armazenados e estocados, áreas adjacentes a locais onde a isca formicida é aplicada.	Até 2025	OEMAs	20,000 USD
Aumentar a pesquisa sobre a ocorrência de PFOS em matrizes ambientais	Incentivar estudos e projetos que visem preencher lacunas de conhecimento e trazer luz à situação de contaminação ambiental por PFOS no país, incluindo água potável e alimentos.	Até 2027	MMA, Instituições de Pesquisa	20,000 USD
	Atualizar o inventário analisando o uso de espumas de combate a incêndio.	Até 2024	Instituições de Pesquisa	10,000 USD
Iniciar avaliação de possíveis substitutos registrados no Brasil	Articulação com as instituições competentes para avaliação de possíveis alternativas em substituição à sulfuramida, aprovada no Brasil em 2023, em conformidade com a Convenção de Estocolmo, que estabelece que sejam levados em consideração aspectos do produto, como sua eficiência em campo, riscos à saúde humana, impactos ambientais, capacidade de atendimento e adequação ao mercado nacional.	Prazo a ser definido pelas autoridades competentes, seguindo preceitos da Convenção de Estocolmo e legislações nacionais.	MMA, IBAMA, MAPA e ANVISA	25,000 USD

Fonte: Elaborado pelo MMA.

Seguindo as disposições da Convenção de Estocolmo, o Brasil está comprometido com a revisão e atualização periódica de seu NIP, uma vez que um plano de ação contínuo deve ser executado de tempos em tempos, conforme previsto no Texto da Convenção.

3.4. Propostas e prioridades de desenvolvimento e capacitação

Durante o desenvolvimento do NIP, foram identificadas áreas prioritárias para a implementação da Convenção de Estocolmo no Brasil. O objetivo da Convenção de proteger a saúde humana e o meio ambiente também é o objetivo do país. Nesse sentido, qualquer formulação de políticas e capacitação para o cumprimento das obrigações da Convenção também é um meio para um Brasil mais saudável.

A capacitação necessária em relação aos POPs também poderia ser aplicada a várias outras convenções e acordos internacionais sobre poluição. A implementação da Convenção de Estocolmo deve ser abordada de forma sinérgica com a implementação de diferentes convenções e acordos internacionais sobre poluição.

O desenvolvimento do NIP deve ser um programa contínuo. Execução de planos de ação, desenvolvimento de inventário de produtos químicos, elaboração de legislação específica, avaliações de produção e comércio, todas essas são atividades que devem ser contínuas. Não basta olhar para a situação a cada cinco anos para garantir a proteção da saúde humana e do meio ambiente.

A maioria das atividades abordadas nesta seção como prioridades estão presentes em muitos dos planos de ação específicos listados acima.

3.4.1. Engajamento das partes interessadas e coordenação da instituição

O desenvolvimento do NIP foi realizado com a participação tanto dos setores da indústria quanto das instituições estatais, por meio de consultas via Ofício realizadas pelo MMA para o desenvolvimento de inventários de POPs. O NIP é um esforço que envolve diferentes ministérios, agências, indústria e universidades e instituições de pesquisa. Assim, fortalecer a coordenação com todos esses setores é uma prioridade não apenas para a implementação, mas também para o desenvolvimento do próprio plano.

3.4.2. Legislação e programa de monitoramento

Há necessidade de aprimoramento e desenvolvimento de nova legislação sobre POPs no Brasil. Resoluções sobre os níveis de POPs em compartimentos ambientais, como água potável, reservatórios, sedimentos, ar interno e alimentos, devem ser criadas e cumpridas. Isso é especialmente relevante para aqueles POPs que ainda estão em uso no país por exceções específicas ou finalidades aceitáveis.

A legislação também deve estabelecer controles e restrições a produção e vendas domésticas e ao comércio internacional de substâncias químicas listadas na Convenção de Estocolmo. Reforçar as recomendações de uso de BAT/BEP nas atividades que utilizem ou emitam POPs é uma forma de minimizar o seu impacto ambiental. A fiscalização periódica de fábricas, estoques e locais de vendas pode levar à identificação precoce de irregularidades e remediação. A correta rotulagem de produtos químicos para o comércio internacional é necessária para gerenciar adequadamente a entrada e saída de substâncias controladas no Brasil. Existem códigos de rastreamento específicos para alguns dos POPs, mas o comércio sob códigos genéricos ainda acontece.

Para uma visão geral dos possíveis locais de contaminação como forma de proteger a saúde humana e o meio ambiente, bem como fazer cumprir as restrições impostas aos POPs listados, é necessário um programa de monitoramento. O monitoramento permite a identificação de contaminação, avaliação de impactos e avaliação de ameaças. Tudo isso levará a uma melhor gestão e remediação. Um programa de monitoramento de POPs requer pessoal capacitado em uma gama multidisciplinar de conhecimentos, como identificação de áreas relevantes, amostragem, análise química, avaliação de risco, gestão de resíduos e remediação. Também requer infraestrutura capacitada, como laboratórios de química e biologia, equipamentos analíticos e realização de censo populacional. Todas essas capacitações também poderiam ser aplicadas para atender aos requisitos de implementação de diferentes convenções internacionais.

3.4.3. Gestão de resíduos

A gestão de resíduos contendo POP é prioritária, pois pode ser fonte de emissão e originar áreas contaminadas. A má gestão de resíduos contendo POP também pode levar à produção de diferentes POPs, como dioxinas e furanos. No Brasil, a maior parte dos resíduos de bens de consumo e equipamentos eletroeletrônicos vai para aterros. Essa prática pode promover a lixiviação de resíduos de POPs para o ar, solo e águas subterrâneas e, assim, atingir os ecossistemas, expondo os seres humanos e animais

selvagens a potenciais efeitos adversos.

Os resíduos devem ser gerenciados de maneira ambientalmente correta. A capacitação de pessoal e infraestrutura para realizar a gestão deve ser priorizada. Quando a BAT para gestão de resíduos não estiver disponível no país, os resíduos devem ser exportados para locais que possam tratá-los adequadamente.

3.5. Cronograma para a estratégia de implementação e medidas de sucesso

Um calendário detalhado está presente junto com os planos de ação específicos propostos para os POPs cobertos na atualização do NIP. O Quadro 14 apresenta um calendário resumido dos Planos de Ação prioritários compilados a partir da seção 3.3.

Quadro 14: Calendário resumido dos Planos de Ação (continua)

Nº	Plano de ação	PRAZO		
		Curto Prazo (2024-2025)	Médio Prazo (2026-2027)	Longo Prazo (2028-2031)
1.	Incluir recomendações BAT/BEP nos processos de licenciamento de atividades que utilizam POPs no âmbito de exceções específicas e finalidades aceitáveis			
2.	Atualização das Resoluções do CONAMA sobre parâmetros de qualidade ambiental.			
3.	Criação de códigos comerciais específicos para os novos POPs e reforço do controle de importação.			
4.	Atualizar inventário de uPOPs			

Quadro 14: Calendário resumido dos Planos de Ação (continuação)

Nº	Plano de ação	PRAZO		
		Curto Prazo (2024-2025)	Médio Prazo (2026-2027)	Longo Prazo (2028-2031)
5.	Implementar as medidas adequadas para reduzir a emissão de uPOPs			
6.	Implementar estratégia e medidas para reduzir e/ou eliminar as liberações de PCDD/PCDF em relação ao licenciamento, controle e monitoramento			
7.	Criação de mecanismos de fiscalização e engajamento do setor industrial			
8.	Monitoramento de concentrações em áreas adjacentes a antigas ou atuais indústrias POP, instalações de armazenamento ou estoque, locais de aplicação, hotspots, bens de consumo, produtos importados, exposição ocupacional, mídia ambiental, água potável e alimentos.			
9.	Identificação de substitutos para EtFOSA			
10.	Investigação da finalidade dos volumes de PFOS, PFOSF e Dicofol importados entre 2017 e 2020			
11.	Melhorar a eficiência do Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos Domésticos e seus Componentes			

Quadro 14: Calendário resumido dos Planos de Ação (conclusão)

Nº	Plano de ação	PRAZO		
		Curto Prazo (2024-2025)	Médio Prazo (2026-2027)	Longo Prazo (2028-2031)
12.	Avaliar o comprimento da cadeia e o teor de cloro de produtos à base de CPs e misturas de CPs importadas.			
13.	Inventário de PCBs em setores prioritários; adoção de estratégias específicas em áreas representativas de setores difusos.			
14.	Desenvolver estratégias para a gestão de estoques e resíduos de PFOS/PFOSF e de usos de maior risco de exposição humana.			
15.	Articulação com as instituições competentes para avaliação das alternativas possíveis para substituição da sulfluramida, aprovado no Brasil em 2023, conforme a Convenção de Estocolmo estabelece que sejam levadas em consideração: aspectos do produto, tais como sua eficiência em campo, os riscos à saúde humana, os impactos ambientais, a capacidade de atendimento e adequação ao mercado nacional.			
16.	Investigar práticas e técnicas adotadas na reciclagem e gestão de resíduos de materiais contendo POP, por exemplo, plásticos, EEE, EPS e XPS; promover a eliminação progressiva da reciclagem de material contaminado com PBDE e HBCD.			
17.	Promover a sensibilização e desenvolver material informativo (por exemplo, brochuras, cursos e <i>workshops</i> sobre BAT/BEP etc.).			
18.	Desenvolvimento de um documento sistematizando experiências sobre gestão de áreas contaminadas			
19.	Identificação de estoques resíduos, estoques de produtos contendo POP e áreas contaminadas			

3.6. Requisitos de recursos

A capacidade do país de cumprir suas obrigações sob a Convenção de Estocolmo depende em parte da provisão de assistência técnica e financeira adequada. O Brasil foi contemplado por alguns financiamentos de projetos do PNUMA/GEF e graças a isso o país avançou na implementação das disposições da Convenção. Para os planos de ação desejados, os requisitos orçamentários provisórios foram estimados e estão resumidos na seção 3.3. Os detalhes sobre a necessidade de financiamento serão aprofundados durante o respectivo desenvolvimento dos projetos e o Brasil está ciente de que os recursos financeiros do GEF e outros financiamentos da ONU não cobrem suficientemente os custos totais de implementação dos planos de ação; portanto, o cofinanciamento será considerado. Geralmente, o NIP pode ser realizado através da mobilização de vários recursos financeiros, tais como orçamento do Estado, subvenções bilaterais, subvenções do GEF, financiamento de organizações e indivíduos, contribuição de responsabilidade alargada do produtor, contribuições do princípio do poluidor pagador, empréstimo, melhor recuperação de recursos a partir de resíduos, e outras opções apropriadas.

O NIP brasileiro será aplicado e coordenado em conjunto com outros planos e programas nacionais relacionados. Isso economizará esforços e otimizará a implementação dos tratados internacionais sobre produtos químicos perigosos, como a Convenção de Estocolmo, que o Brasil assinou.

REFERÊNCIAS

3M. 2000. **Company submission to the USEPA, Voluntary use and exposure information profile for perfluorooctanesulfonic acid and various salt forms.** 27th April 2000.

ABBASI, G. et al. 2015. **Stocks and flows of PBDEs in products from use to waste in the U.S. and Canada from 1970 to 2020.** Environ Sci. Technol, v. 49, n. 3, p. 1521-1528. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/es504007v>.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). 2012. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos. Análise de Viabilidade Técnica e Econômica, 2012.**

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). 2015. **Conjuntura recursos hídricos Brasil - Regiões Hidrográficas Brasileiras: edição especial.** Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília, ANA, 164p. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). 2020. **Conjuntura recursos hídricos Brasil 2020: informe anual.** Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília, ANA, 118p. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.23309814.pdf>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). 2021. **Matriz por origem de combustível.** Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05Mm-Q0LWVhNGU5YzAxNzBlMSlsmMi0jR9>. Acesso em: 19 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). 2020. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA).** Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos>. Acesso em: 05 dec 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). 2021. **Boletim mensal da produção de petróleo e gás natural: Dados da produção de petróleo e gás natural no Brasil.** Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletins/boletim-mensal-da-producao-de-petroleo-e-gas-natural>. Acesso em: 20 out 2021.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). 2001. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Pentachlorophenol. U.S. Department of Health and Human Services**. 316 p. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp51.pdf>.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). 2017. **Toxicological profile for Polybrominated Diphenyl Ether**. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2017. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp207.pdf>.

AIROLDI, F. P. S. et al. 2005. **A Simplified Method for Determination of Pentachlorophenol and Hexachlorobenzene in Soil Contaminated by Industrial Chemical Residues**. The Environmentalist, v. 25, n. 1, p. 47–49.

ALCOCK R. E. et al. 2003. **Understanding levels and trends of BDE-47 in the UK and North America: an assessment of principal reservoirs and source inputs**. Environment International, v. 29, p. 691- 698. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(03\)00120-X](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(03)00120-X).

ALMEIDA, F. V. et al. 2007. **Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil**. Química Nova, v. 30, n. 8, p. 1976–1985.

ALONSO, M. B. et al. 2012. **Natural and anthropogenically-produced brominated compounds in endemic dolphins from Western South Atlantic: another risk to a vulnerable species**. Environmental pollution, v. 170, p. 152-160. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.06.001>.

ALVES, A. A. R. et al. 2012. **Comparison between GC-MS-SIM and GC-ECD for the Determination of Residues of Organochlorine and Organophosphorus Pesticides in Brazilian Citrus Essential Oils**. J. Braz. Chem. Soc., v. 23, n. 2, p. 306-314. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-50532012000200017>.

ANNUNCIACÃO, D. L. R. et al. 2018. **Éteres Difenílicos Polibromados (PBDE) como contaminantes persistentes: ocorrência, comportamento no ambiente e estratégias analíticas**. Química Nova, São Paulo, v. 41, n. 7, p. 782-795, July 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170218>.

ARRUDA JUNIOR, P. J. F. 2004. **Responsabilidade Civil dos Poluidores de Hexaclorobenzeno** (Dissertação). Universidade Católica de Santos. 125p. Disponível em: <https://acpo.org.br/arquivos/pagina-biblioteca/agenda-marrom/artigos-dissertacoes-teses-manuais/dissertacoes-monografias/3-junior-direito-hexaclorobenzeno.pdf>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA (ABIQUIM). 2020. **O desempenho da indústria química brasileira em 2020**. Disponível em: https://abiquim-files.s3-us-west-2.amazonaws.com/uploads/guias_estudos/Livreto_Enaiq_2020.pdf. Acesso em: 17 out 2021.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. 2020. **Ranking**. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/ranking>. Acesso em: 13 out 2021.

ATTINA, T. M. et al. 2016. **Exposure to endocrine-disrupting chemicals in the USA: a population-based disease burden and cost analysis**. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 4 (12): 996-1003.

AVANCINI, R. M. et al. 2013. **Organochlorine compounds in bovine milk from the state of Mato Grosso do Sul – Brazil**. *Chemosphere*, v. 90, p. 2408–2413. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.10.069>.

BARBOSA, R. et al. 2007. **Comparison of flammability behavior of polyethylene/Brazilian clay nanocomposites and polyethylene/flame retardants**. *Materials Letters*, v. 61, p. 2575–2578.

BELAND, F. A.; GEER, R. D. 1973. **Identification of chlorinated naphthalenes in halowaxes 1031, 1000, 1001, and 1099**. *Journal of Chromatography A*. v. 84, p. 59-65. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)85369-3](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)85369-3).

BIDLEMAN T. F et al. 2010. **Polychlorinated naphthalenes in polar environments – A review**. *Science of the Total Environment*, v. 408, p. 2919–2935. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.09.013>.

BISHNU, A. et al. 2009. **Pesticide residues in tea ecosystems of Hill and Doars regions of West Bengal, India**. *Environ Monit Assess*, v. 149, p. 457-64. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-008-0222-9>.

BRANDSMA, S. H. et al. 2019. **Chlorinated Paraffins in Car Tires Recycled to Rubber Granulates and Playground Tiles**. *Environmental Science & Technology*, v. 53, p. 7595-7603. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01835>.

BRAZIL, 1985. Ministry of Agriculture Directive 329 from September 2, 1985. Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 12941, 3 sep., Section 1.

BRAZIL, 1998. Ministry of Health Directive 11 from January 8, 1998. Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 2, 21 jan., Section 1.

BRAZIL. 2007. **Submission of information for Brazil specified in Annex E to the Stockholm Convention**. Technical report, 2007. Disponível em: <http://chm.pops.int/>.

BRAZIL. 2016. Further information on dicofol provided by the Brazilian government following the requirements of Annex E request for information. Disponível em: <http://chm.pops.int/>.

BRAZIL. 2018a. **Submissão ao 4º Ciclo de Relatórios Nacionais para a Convenção de Estocolmo (Relatório Técnico)**. Disponível em: <http://ers.pops.int/ERS-Extended/FeedbackServer/fsadmin.aspx?fscontrol=respondentReport&surveyid=73&voterid=49240&readonly=1&nomenu=1>.

BRAZIL. 2018b. **Convenção de Estocolmo sobre poluentes orgânicos persistentes**. Estocolmo, 22 de maio de 2001 - emendas aos anexos a e c. Ministério das Relações Exteriores. Diário Oficial da União, Nº 177, quinta-feira, 13 de Setembro de 2018. Pag. 92.

BROMINE SCIENCE AND ENVIRONMENTAL FORUM (BSEF). 2007. **Fact sheet: brominated flame retardant DecaBDE. Bromine Science and Environmental Forum**. Disponível em: http://icl-ip.com/wp-content/uploads/2012/03/230_45_FR1210_BSEF_factsheet_Deca-BDE_oct07.pdf. Acesso em: 02 dec 2018.

CANADÁ, 2012. Government of Canada, July 2012. **Pentachloroanisole (PCA)**.

CHEN, C. et al. 2021. **Distribution and emission estimation of short- and medium-chain chlorinated paraffins in Chinese products through detection-based mass balancing**. Environ. Sci. Technol. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07058>.

CHRISTIANSSON, A. et al. 2009. **Identification and quantification of products formed via photolysis of decabromodiphenyl ether**. Environmental Science and Pollution Research, v. 16, n. 3, p. 312-321.

CODOGNOTO, L. et al. 2004. **Electroanalytical and chromatographic determination of pentachlorophenol and related molecules in a contaminated soil: a real case example**. Microchemical Journal, v. 77, n. 2, p. 177-184.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). 2021. **Implementação da Convenção de Estocolmo no Brasil: Plano Nacional de Implementação (NIP)**. Disponível em: <https://CETESB.sp.gov.br/centroregional/a-convencao/implementacao-da-convencao-de-estocolmo-no-brasil/>. Acesso em: 24 jun 2021.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). 2001. **Sistema estuarino de Santos e São Vicente. Programas de Controle de Poluição e de Assistência Técnica** - Governo do Estado de São Paulo. 142 p. 2001.

CRISTALE, J. et al. 2018. **Occurrence and human exposure to brominated and organophosphorus flame retardants via indoor dust in a Brazilian city**. Environmental Pollution, v. 237, p. 695-703.

CRISTALE, J. et al. 2019. **Occurrence of flame retardants in landfills: A case study in Brazil**. Environmental research, v. 168, p. 420-427.

CUNHA, D. G. F. et al. 2011. **Contiguous urban rivers should not be necessarily submitted to the same management plan: the case of Tietê and Pinheiros Rivers (São Paulo-Brazil)**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 83, n.4, p. 1465-1479.

DATAFOLHA. 2016. **44% dos evangélicos são ex-católicos**. Available: <https://datafolha.folha.uol.com.br/opiniaopublica/2016/12/1845231-44-dos-evangelicos-sao-ex-catolicos.shtml>. Acesso em: 01 oct 2021.

DE BOER, J. et al. 2010. **Chlorinated paraffins**. The Handbook of Environmental Chemistry. Springer. Disponível em: <https://www.springer.com/gp/book/9783642107603>.

DE LA TORRE, A. et al. 2012. **Dechlorane-related compounds in franciscana dolphin (Pontoporia blainvillei) from southeastern and southern coast of Brazil**. Environmental science & technology, v. 46, n. 22, p. 12364-12372.

DEL GRANDE, M., REZENDE, M. O. O., ROCHA, O. 2003. **Distribuição de compostos organoclorados nas águas e sedimentos da Bacia do Rio Piracicaba/SP - Brasil**. Quím. Nova, v. 26, n. 5.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). 2021. Disponível em: <https://www.denatran.gov.br/>. Acesso em: 09 oct 2021.

DORNELES, P. R. et al. 2008. **High accumulation of perfluorooctane sulfonate (PFOS) in marine tucuxi dolphins (*Sotalia guianensis*) from the Brazilian coast.** Environmental science & technology, v. 42, n. 14, p. 5368-5373.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2021a. **Resultados CAR.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/car/resultados>. Acesso em: 17 oct 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2021b. **Diagnóstico da contaminação ambiental por ácido perfluorooctano sulfônico (PFOS) e por uso da sulfuramida para subsidiar a revisão e atualização do plano nacional de implementação da convenção de estocolmo – nip brasil-2015.** Preliminar.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). 2019. **Matriz Energética e Elétrica.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 19 oct 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). 2021. **Balanco Energético Nacional 2021: Ano base 2020.** Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Rio de Janeiro, Brasil: 292 p. 182 ill, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>. Acesso em: 19 oct 2021.

ENVIRONMENT AND HEALTH CANADA. 2010. **Risk Management Scope for Cyclododecane,1,2,5,6,9,10 – hexabromo- (Hexabromocyclododecane; HBCD).** Environment Canada. Health Canada. August 2010. 12 p.

EUROPEAN COMMISSION (EC). 2008. **Risk Assessment: Hexabromocyclododecane CAS-No.: 25637-99-4 EINECS No.: 247-148-4,** Final Report May 2008. Luxembourg.

EUROPEAN UNION (EU). 2013. DIRECTIVE 2013/39/EU OF THE EUROPEAN

FARAGE, M. R. P. et al. 2013. **Avaliação do potencial de aproveitamento energético dos resíduos de madeira e derivados gerados em fábricas do polo moveleiro de Ubá - MG.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 203-212.

FERRARI, R. S. et al. 2012. **Assessing surface sediment contamination by PBDE in a recharge point of Guarani aquifer in Ribeirão Preto, Brazil.** Water, v. 11, n. 8, p. 1601.

FOSTER. 2016. **Hexachlorobutadiene in the drinking water of the city of Basel (Switzerland), the Rhine and the chemical landfill „Feldreben” of Basf, Novartis and Syngenta.** 13 IHPA Forum. Anais. Zaragoza, Spain.

FREITAS, R. X. A. et al. 2019. **Characterization of the Primary Sludge from Pharmaceutical Industry Effluents and Final Disposition**. Processes, v. 7, n. 4, p. 1-10.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI). 2013. **Quem São**. Disponível em: <https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/povos-indigenas/quem-sao> Accessed 29 nov 2021.

GALVÃO, P. M. et al. 2014. **Partition of organochlorine concentrations among suspended solids, sediments and brown mussel *Perna perna*, in tropical bays**. Chemosphere, v. 114, p. 9–15.

GALVÃO, P. M. et al. 2015. **The brown mussel *Perna perna* (L., 1758) as a sentinel species for chlorinated pesticide and dioxin-like compounds**. Environ. Sci. Pollut. Res. Int., v. 22, n. 17, p. 13522-33.

GHESTI, G. et al. 2006. **Application of raman spectroscopy to monitor and quantify ethyl esters in soybean oil transesterification**. Journal of the American Oil Chemists' Society volume, v. 83, p. 597–601.

GLÜGE, J. et al. 2016. **Global production, use, and emission volumes of short-chain chlorinated paraffins — A minimum scenario** Science of The Total Environment, v. 573, p. 1132-1146. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716318009>.

GREENPEACE. 2004. **Relatório sobre o conteúdo químico em amostras de poeira coletadas em lares e escritórios brasileiros**. Veneno Doméstico. 2004.

GRANDJEAN, P. and BELLANGER, M. 2017. **Calculation of the disease burden associated with environmental chemical exposures: application of toxicological information in health economic estimation**. Environ. Health. 16:123.

GUIDA, Y. S. et al. 2018. **Amazon Riparian People's Exposure to Legacy Organochlorine Pesticides and Methylmercury from Catfish (*Ageneiosus brevifilis*) Intake**. Orbital: The Electronic Journal of Chemistry, v. 10, n. 4, p. 320-326.

GUIDA, Y. S. et al. 2020. **Chlorinated paraffins in the technosphere: A review of available information and data gaps demonstrating the need to support the Stockholm Convention implementation**. Emerging Contaminants, v. 6, p. 143-154. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2020.03.003>.

GUY, W. S., TAVES, D. R., BREY JR, W. S. 1976. **Organic fluorocompounds in human plasma: Prevalence and characterization**. Biochemistry Involving Carbon-Fluorine Bonds. Chapter 7, p. 117-134.

HEEB, N. V. et al. 2005. **Structure elucidation of hexabromocyclododecanes—a class of compounds with a complex stereochemistry**. Chemosphere, v. 61, n. 1, p. 65-73. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.03.015>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2010. **Censo 2010: número de católicos cai e aumenta o de evangélicos, espíritas e sem religião**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14244-asi-censo-2010-numero-de-catolicos-cai-e-aumenta-o-de-evangelicos-espíritas-e-sem-religiao>. Acesso em: 05 jun 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2017. **Censo agropecuário**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html?=&t=resultados>. Acesso em: 19 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2018. **PIB dos municípios**. Plataforma Geográfica Interativa. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?edicao=29720>. Acesso em: 16 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019a. **Estimativas da população**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 08 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019b. **Painel de indicadores**. IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/indicadores>. Acesso em: 08 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019c. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000**. Relatórios metodológicos, ISSN 0101-2843, v. 45, 168p. Coordenação de recursos naturais e estudos ambientais, IBGE, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>. Acesso em: 18 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019d. **PIA-Empresa: Pesquisa Industrial Anual – Empresa**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?=&t=destaques>. Acesso em: 10 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2020a. **Projeções da população**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 08 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021a. **Painel de indicadores**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/indicadores.html>. Acesso em: 08 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021b. **Sistema de Contas Nacionais Trimestrais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9300-contas-nacionais-trimestrais.html?=&t=resultados>. Acesso em: 20 nov 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021c. **Panorama do Brasil**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 08 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021d. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua trimestral**. População por cor ou raça. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6403>. Acesso em: 08 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021e. **Pesquisa da pecuária municipal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=destaques>. Acesso em: 21 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021f. **Pesquisa Industrial Anual – Empresa**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?edicao=31196&t=destaques>. Acesso em: 18 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021g. **Pesquisa Industrial Mensal – Produção física**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9294-pesquisa-industrial-mensal-producao-fisica-brasil.html?edicao=31755&t=resultados>. Acesso em: 18 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021h. **Indicadores IBGE: Pesquisa industrial mensal – Produção física regional**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/229/pim_pfr_2021_ago.pdf. Acesso em: 18 oct 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). 2019. **Lista completa de produtos preservativos de madeiras registrados no Ibama**. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/preservativos_de_madeira/2019/2019-05-03-Produtos_Preservativos_de_Madeiras_Registrados%20.pdf. Acesso em: 11 nov 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). 2020. **Brasil perdeu 10% do território em vegetação nativa entre 1985 e 2019**. Disponível em: <https://ipam.org.br/brasil-perdeu-area-de-vegetacao-nativa-equivalente-a-10-do-territorio-nacional-entre-1985-e-2019/>. Acesso em: 15 oct 2021.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). 2016. **Monographs evaluate pentachlorophenol and some related compounds**. Disponível em: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/Volume-117_news-item.pdf.

INTERNATIONAL CHLORINATED ALKANES INDUSTRY ASSOCIATION (ICAIA). 2012. **Newsletter No. 1**. Tech. rep. Disponível em: http://www.eurochlor.org/media/88252/20120420_icaia_newsletter_01_.pdf. Acesso em: 14 oct 2019.

INTERNATIONAL CHLORINATED ALKANES INDUSTRY ASSOCIATION (ICAIA). 2013. **Newsletter No. 2**. Tech. rep. Disponível em: http://www.eurochlor.org/media/88255/20130712_icaia_newsletter_02_final.pdf. Acesso em: 14 oct 2019.

INTERNATIONAL CHLORINATED ALKANES INDUSTRY ASSOCIATION (ICAIA). 2014. **Newsletter No. 3**. Tech. rep. Disponível em: http://www.eurochlor.org/media/88258/20140908_icaia_newsletter_03_final.pdf. Acesso em: 14 oct 2019.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). 2021. **World economic outlook (International Monetary Fund)**: World economic and financial surveys. Washington, DC. ISSN 1564-5215, 172 p, 2021. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2021/07/27/world-economic-outlook-update-july-2021#Projections>. Acesso em: 14 oct 2021.

INTERNATIONAL POPS ELIMINATION PROGRAM (IPEN). 2007. **Guia rápida sobre candidatos a la lista de COPs del Convenio de Estocolmo**. Disponível em: <https://www.rapam.org/wp-content/uploads/2015/12/Guia-Rapida-Nuevos-COPs-IPEN.pdf>

INTERNATIONAL POPS ELIMINATION PROGRAM (IPEN). 2017. **Toxic Industrial Chemical Recommended for Global Prohibition Contaminates Children's Toys**. Disponível em: <https://ipen.org/documents/toxic-industrial-chemical-recommended-global-prohibition-contaminates-childrens-toys-0>

INTERNATIONAL PROGRAM ON CHEMICAL SAFETY (IPCS). 1994. **Environmental health criteria 162: brominated diphenyl ethers**. World Health Organization, Geneva, Switzerland. 1994. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc162.htm>. Acesso em: 30 apr 2018.

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY (IPCS). 2001. **Chlorinated Naphthalenes**. Concise International Chemical Assessment Document 34 World Health Organization. Geneva, 2001. ISBN 92-4-153034-0. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/42403/9241530340.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 apr 2018.

KAJIWARA, N. et al. 2009. **Determination of flame-retardant hexabromocyclododecane diastereomers in textiles**. Chemosphere, v. 74, p. 1485-1489.

KAJIWARA, N. et al. 2014. **Brominated flame retardants and related substances in the interior materials and cabin dusts of end-of-life vehicles collected in Japan**. Organohalogen Compounds, v. 76, p. 1022- 1025. Disponível em: <https://dioxin20xx.org/wp-content/uploads/pdfs/2014/1015.pdf>.

KALANTZI, O. I. et al. 2009. **Polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in human breast adipose samples from Brazil**. Environment International, v. 35, n. 1, p. 113-117. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.09.008>.

KANNAN, K. et al. 2004. **Perfluorooctanesulfonate and related fluorochemicals in human blood from several countries**. Environmental science & technology, v. 38, n. 17, p. 4489-4495.

KEMI. 2015. Tillsyn av plastvaror 2015. Tillsyn 5/16. **[Control of plastic articles]**. In Swedish. 16 p. Disponível em: <https://www.kemi.se/download/18.60cca3b41708a8aecd9bb6622/1586789518234/tillsyn-5-16-tillsyn-av-plastvaror-2015.pdf>. Acesso em: 27 aug 2018.

KOLBERG, D. I. et al. 2011. **Development of a fast multiresidue method for the determination of pesticides in dry samples (wheat grains, flour and bran) using**

QuEChERS based method and GC–MS. Food Chemistry, v. 125, p. 1436–1442. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.041>.

KRETER, A. C.; PASTRE, R., JÚNIOR, J. R. C. S. 2021. **Agropecuária – Comércio Exterior do Agronegócio.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Carta de Conjuntura, n. 52, nota 11, 2021. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/210812_cc_52_nota_11_setor_externo_agro.pdf. Acesso em: 15 oct 2021.

KUSSUMI, T. A. et al. 2004. **Resíduos de pentaclorofenol em água de consumo de uma região próxima a madeireira.** Revista Do Instituto Adolfo Lutz, v. 63, n. 1, p. 31-34. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/2000/rial63_1_completa/971.pdf.

LA GUARDIA, M. J. et al. 2006. **Detailed Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Congener Composition of the Widely Used Penta-, Octa-, and Deca-PBDE Technical Flame-retardant Mixtures.** Environmental Science & Technology, v. 40, n. 20, p. 6247–6254. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/es060630m>.

LEONEL, J. et al. 2008. **A baseline study of perfluorochemicals in Franciscana dolphin and Subantarctic fur seal from coastal waters of Southern Brazil.** Marine pollution bulletin, v. 56, n. 4, p. 778-781.

LESLIE, H. A. et al. 2013. **POP-BDE waste streams in the Netherlands: analysis and inventory.** A joint IVM-IVAM report. 2021. Disponível em: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POP8CO-SUBM-BDE-PFOS-Netherlands-03-20140415-BDEs.En.pdf>. Acesso em: 10 oct 2021.

LI, L. et al. 2014. **Global inventory, long-range transport and environmental distribution of dicofol.** Environmental Science and Technology, v. 49, p. 212-222. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/es502092x>.

LIA, R. L. B. 2008. **Diagnóstico ambiental integrado da área de influência do descarte do material dragado do estuário de Santos [Tese].** 283 p. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP, 2008.

LIU, L. H. et al. 2017. **Occurrence, sources and human exposure assessment of SCCPs in indoor dust of northeast China.** Environmental Pollution, v. 225, p. 232-243. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.008>.

LIU, L. H. et al. 2019. **Dynamic stock, flow, and emissions of brominated flame retardants for vehicles in Japan**. Journal of Cleaner Production, v. 232, p. 910-924.

LÖFSTEDT GILLJAM, J. et al. **Is ongoing sulfluramid use in South America a significant source of perfluorooctanesulfonate (PFOS)? Production inventories, environmental fate, and local occurrence**. Environmental science & technology, v. 50, n. 2, p. 653-659, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04544>.

MACHADO, H. M. 2012. **Efeitos da aplicação de resíduos da perfuração e recuperação de fluidos de poço de petróleo no solo, no desenvolvimento de plantas de arroz e no comportamento de Eisenia andrei** [dissertação]. 96 p. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012.

MACHADO, K. M. G. et al. 2005. **Biodegradation of pentachlorophenol by tropical basidiomycetes in soils contaminated with industrial residues**. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 21, n. 3, p. 297-30.

MCGRATH, T. J. et al. 2021. **Short- and medium-chain chlorinated paraffins in polyvinylchloride and rubber consumer products and toys purchased on the Belgian market**. Int. J. Environ. Res. Publ. Health, v. 18, p. 1069. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18031069>.

MEIRE, R. O. et al. 2012. **Air concentrations and transport of persistent organic pollutants (POPs) in mountains of southeast and southern Brazil**. Atmospheric Pollution Research, v. 3, n. 4, p. 417-425.

MEIRELLES, F. S. 2020. **Pesquisa anual do uso de TI**. São Paulo: FGV, 2020. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/producao-intelectual/pesquisa-anual-uso-ti>.

MENDES, L. et al. 2003. **Determination of ethanol in fuel ethanol and beverages by Fourier transform (FT)-near infrared and FT-Raman spectrometries**. Analytica Chimica Acta, v. 493, n. 2, p. 219-231.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). 2019. **IBGE: Valor da produção agrícola nacional cresceu 5,1% e atingiu o recorde de R\$ 361 bilhões em 2019**. Governo do Brasil. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/valor-da-producao-agricola-nacional-cresceu-5-1-e-atingiu-o-recorde-de-r-361-bilhoes-em-2019>. Acesso em: 18 oct 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). 2021. **Intercâmbio Comercial do Agronegócio: principais mercados de destino**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. Brasil, Brasília: MAPA/ACS. p. 256, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/documentos/intercambio-comercial-do-agronegocio-10a-edicao/IntercambioComercial2017_web.pdf. Acesso em: 14 oct 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). 2005. **Ações de Controle da Malária**. Manual para Profissionais de Saúde na Atenção Básica.

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES (MRE). 2019. **Saiba mais sobre o MERCOSUL**. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/mecanismos-internacionais/mecanismos-de-integracao-regional/mercosul#:~:text=O%20MERCOSUL%20%C3%A9%20o%20principal,diretos%20na%20Am%C3%A9rica%20do%20Sul>. Acesso em: 15 oct 2021.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). 2021. **Estatísticas de Comércio Exterior do Brasil**. Brasília: MDIC. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas>. Acesso em: 10 oct 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2015a. **Inventário Nacional de Novos Poluentes Orgânicos Persistentes (Novos POPs) de uso industrial**. Convenção de Estocolmo. Brasília, 166p. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80037/Convencao%20de%20Estocolmo/Inventarios/livro_inventario_uso_industrial_novas%20correcoes.pdf.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2015b. **Plano Nacional de implementação Brasil: Convenção de Estocolmo**. Brasília: MMA, 2015. 192 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2015c. **Inventário Nacional de Áreas Contaminadas por POPs**. Brasília, 2015. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80037/Convencao%20de%20Estocolmo/Inventarios/Inventario%20Areas%20Contaminadas_ingles-2.pdf. Acesso em: 29 sep 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020a. **Biodiversidade Brasileira**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/institucional/organograma/itemlist/category/45-biodiversidade-brasileira.html>. Acesso em: 29 nov 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020b. **Inventário brasileiro de ácido perfluorooctanossulfônico (PFOS — perfluorooctanesulfonic acid), seus sais e fluoreto de**

perfluoro-octanossulfonilo (PFOSF — perfluorooctanesulfonile fluoride). Disponível em: <http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/117-gef-pops-revisao-e-atualizacao-do-plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluente-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2>. Acesso em: 30 jan 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020c. **Inventário brasileiro de éteres difenílicos polibromados (PBDEs — polybrominated diphenyl ethers; pentaBDE e octaBDE)**. Disponível em: <http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/117-gef-pops-revisao-e-atualizacao-do-plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluente-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2>. Acesso em: 30 jan 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020d. **Inventário brasileiro de hexabromociclododecano (HBCD — hexabromocyclododecane)**. Disponível em: <http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/117-gef-pops-revisao-e-atualizacao-do-plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluente-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2>. Acesso em: 30 jan 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020e. **Inventário brasileiro de hexaclorobutadieno (HCBd — hexachlorobutadiene)**. Disponível em: <http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/117-gef-pops-revisao-e-atualizacao-do-plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluente-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2>. Acesso em: 30 jan 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020f. **Inventário brasileiro de pentaclorofenol, seus sais e ésteres (PCP — pentachlorophenol)**. Disponível em: <http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/117-gef-pops-revisao-e-atualizacao-do-plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluente-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2>. Acesso em: 30 jan 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020g. **Inventário brasileiro de naftalenos policlorados (PCNs — polychlorinated naphthalenes)**. Disponível em: <http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/117-gef-pops-revisao-e-atualizacao-do-plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluente-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2>. Acesso em: 30 jan 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020h. **Inventário brasileiro de éter decabromodifenílico (decaBDE — decabromodiphenyl ether)**. Disponível em: <http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/117-gef-pops-revisao-e-atualizacao-do-plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluente-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2>.

plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluentes-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2. Acesso em: 30 jan 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020i. **Inventário brasileiro de parafinas cloradas de cadeia curta (SCCPs — short-chain chlorinated paraffins)**. Disponível em: <http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/117-gef-pops-revisao-e-atualizacao-do-plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluentes-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2>. Acesso em: 30 jan 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020j. **Inventário brasileiro de ácido perfluorooctanóico (PFOA — perfluorooctanoic acid), seus sais e compostos relacionados ao PFOA**. Disponível em: <http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/117-gef-pops-revisao-e-atualizacao-do-plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluentes-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2>. Acesso em: 30 jan 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020k. **Inventário brasileiro de dicofol**. Disponível em: <http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/117-gef-pops-revisao-e-atualizacao-do-plano-nacional-de-implementacao-da-convencao-de-estocolmo-sobre-poluentes-organicos-persistentes-pops-no-brasil?doc=2>. Acesso em: 30 jan 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2021. **RoHS Brasileira**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/gestao-das-substancias-quimicas/rohs-brasileira>. Acesso em: 24 apr 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2021. **Apresentação do SISNAMA**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/governanca-ambiental/sistema-nacional-do-meio-ambiente/apresentacao-sisnama.html>. Acesso em: 13 aug 2021.

MINISTÉRIO DO TURISMO (MTUR). 2019. **Dados e fatos**. Disponível em: <http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/dadosefatos/home.html>. Acesso em: 09 oct 2021.

MIYAKE, Y. et al. 2009. **Emission rate of Hexabromocyclododecane (HBCD) from the surface of a flame retarded curtain in Japan**. Organohalogen Compounds, v. 71, p. 760-763.

MOHER, D. et al. 2015. **Preferred reporting items for systematic review and metaanalysis protocols (PRISMA-P)**. Statement. Syst. Rev. v. 4, n. 1.

MOHR, S. et al. 2014. **Levels of brominated flame retardants (BFRs) in honey samples from different geographic regions**. Science of The Total Environment, v. 472, p. 741–745.

MOREIRA, J. C. et al. 2012. **Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, p. 1557-1568.

NASCIMENTO, N. R. et al. 2004. **Pollution by hexachlorobenzene and pentachlorophenol in the coastal plain of São Paulo state, Brazil**. Geoderma, v. 121, n. 3-4, p. 221–232.

NASCIMENTO, R. A. et al. 2018. **Sulfluramid use in Brazilian agriculture: A source of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) to the environment**. Environmental Pollution, v. 242, p. 1436-1443.

OLIVEIRA, F. C. C. et al. 2007. **Adulteration of diesel/biodiesel blends by vegetable oil as determined by Fourier transform (FT) near infrared spectrometry and FT-Raman spectroscopy**. Analytica Chimica Acta, v. 587, n. 2, p. 194-199.

OLSEN, G. W. et al. 2007. **Half-life of serum elimination of perfluorooctanesulfonate, perfluorohexanesulfonate, and perfluorooctanoate in retired fluorochemical production workers**. Environmental health perspectives, v. 115, n. 9, p. 1298-1305. Disponível em: <https://doi.org/10.1289/ehp.10009>.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). 2007. **Lists of PFOS, PFAS, PFOA, PFCA, Related Compounds and Chemicals that may degrade to PFCA (as revised in 2007)**. Organization for Economic Co-operation and Development, 21-Aug-2007. ENV/JM/MONO 15. 2007. Disponível em: <http://www.pops.int/Implementation/NationalImplementationPlans/Guidance/tabid/7730/ctl/Download/mid/20996/Default.aspx?id=4&ObjID=27884>.

PAGNOCCHESCHI, B. 2016. **Governabilidade e governança das águas no Brasil**. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9270/1/Governabilidade.pdf>. Acesso em: 30 jan 2019.

PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL **Amending Directives 2000/60/EC And 2008/105/EC As Regards Priority Substances In The Field Of Water Policy**. Official Journal Of The European Union, v. L 226/2, p. 1–17, 2013.

PÉREZ, F. et al. 2014. **Assessment of perfluoroalkyl substances in food items at global scale**. Environmental research, v. 135, p. 181-189. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.08.004>.

PESTANA, C. R.; BORGES, K. B. 2008. **Risco ambiental da aplicação de éteres de difenilas polibromadas como retardantes de chama**. Revista Brasileira de Toxicologia 21, n. 2, p. 41-48. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-524335>.

PICCOLI, C. et al. 2016. **Pesticide exposure and thyroid function in an agricultural population in Brazil**. Environmental Research, v. 151, p. 389–398.

PIERONI, M. C. et al. 2017. **Retardantes de chama bromados: uma revisão**. Química Nova, v. 40, n. 3, p. 317–326, abr. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20160176>.

PIZZOCHERO, A. C. et al. 2019. **Occurrence of legacy and emerging organic pollutants in whitemouth croakers from Southeastern Brazil**. Science of The Total Environment, v. 682, p. 719-728.

POHREN, R. de S. et al. 2012. **Soil mutagenicity as a strategy to evaluate environmental and health risks in a contaminated area**. Environment International, v. 44, p. 40–52.

QUINETE, N. et al. 2009. **Specific profiles of perfluorinated compounds in surface and drinking waters and accumulation in mussels, fish, and dolphins from southeastern Brazil**. Chemosphere, v. 77, n. 6, p. 863-869.

RAHMAN, F. et al. 2001. **Polybrominated diphenyl ether (PBDE) flame retardants**. Science of The Total Environment, v. 275, n. 1, p. 1–17, 25 jul. 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(01\)00852-X](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(01)00852-X).

RAUERT, C. et al. 2018a. **Atmospheric Concentrations of New Persistent Organic Pollutants and Emerging Chemicals of Concern in the Group of Latin America and Caribbean (GRULAC) region**. Environmental Science & Technology, v. 52, n. 13, p. 7240–7249, 3 jul. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00995>.

RAUERT, C. et al. 2018b. **Air monitoring of new and legacy POPs in the Group of Latin America and Caribbean (GRULAC) region**. Environmental Pollution. v. 243, p. 1252-1262. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.09.048>.

REDFERN, F. M. et al. 2017. **Overview and perspectives on emissions of polybrominated diphenyl ethers on a global basis: Evaporative and fugitive releases from commercial PBDE mixtures and emissions from combustion sources.** *Aerosol Air Qual. Res.*, v. 17, n. 5, p. 1117-1131. Disponível em: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2016.12.0579>.

SAEGER, S. C. S. 2007. **Avaliação da Ação de Vigilância Sanitária Quanto à Redução dos Níveis de Resíduos de Agrotóxicos em Morangos Produzidos na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.** - Uma Contribuição para a Avaliação do Risco. Silvia Cristina de Souza Saeger. Rio de Janeiro: INCQS/ FIOCRUZ, 2007. xiv, 99p.

SAINI, A. et al. 2020. GAPS-megacities: **A new global platform for investigating persistent organic pollutants and chemicals of emerging concern in urban air.** *Environmental Pollution*, v. 267, p. 115416.

SÁNCHEZ-SARMIENTO, A. et al. 2016. **Organochlorine pesticides in green sea turtles (*Chelonia mydas*) with and without fibropapillomatosis caught at three feeding areas off Brazil.** *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 97, n. 1, p. 215-223. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S002531541500226X>.

SCHERINGER, M. et al., 2012. **How many Persistent Organic Pollutants should we expect?** *Atmosph. Poll. Res.* 3, 383-391.

SCHWANZ, T. G. et al. 2016. **Perfluoroalkyl substances assessment in drinking waters from Brazil, France and Spain.** *Science of the total environment*, v. 539, p. 143-152.

SEILER, J. P. 1991. **Mutation Research**, v. 257, p. 27-47.

SERVIÇO FLORESTAL DO MEIO AMBIENTE. **Cadastro Ambiental Rural (CAR) – Boletim informativo.** Ministério do Meio Ambiente. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/servico-florestal-brasileiro/regularizacao-ambiental/boletins-informativos-car>. Acesso em: 17 oct 2021.

SILVA, A. S. 1998. **Contaminação ambiental e exposição ocupacional e urbana ao hexaclorobenzeno na Baixada Santista, SP, Brasil.** United Nations Environment Programme. Seminário de Puerto Iguazu - Argentina, 1 - 3 abril, 1998. Disponível em: <http://www.acpo.org.br/biblioteca/bb/POPs.htm>.

SINDIKU, O. et al. 2014. **Polybrominated diphenyl ethers listed as Stockholm Convention POPs, other brominated flame retardants and heavy metals in e-waste polymers in Nigeria.** *Environ Sci Pollut Res Int*, v. 22, p. 14489–14501.

SOMAIN, R. 2012. **Religiões no Brasil em 2010**. Confins, 15. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.7785>

SOUZA, M. C. O. et al. 2019. **A Fast and Simple Procedure for Polybrominated Diphenyl Ether Determination in Egg Samples by Using Microextraction by Packed Sorbent and Gas Chromatography–Mass Spectrometry**. Food Analytical Methods, v. 12, n. 7, p. 1528–1535.

SOUZA, M. C. O. et al. 2020. **Exposure to per-and polyfluorinated alkyl substances in pregnant Brazilian women and its association with fetal growth**. Environmental Research, p. 109585. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109585>.

TAKASUGA, T. et al. 2012. **Unintentional POPs (PCBs, PCBz,PCNs) contamination in articles containing chlorinated paraffins and related impacted chlorinated paraffin products**. Organohalogen Compd, v. 74, p. 1437-1440. Disponível em: http://dioxin20xx.org/publication_posts/unintentional-pops-pcbz-pcns-contamination-in-articles-containing-chlorinated-paraffins-and-related-impacted-chlorinated-paraffin-products/.

TAKASUGA, T. et al. 2013. **Unintentional POPs contamination in chlorinated paraffins and related impacted chlorinated paraffin products (CP) — Issues on impurities in high production volume chemicals**. Journal of Environmental Chemistry 23, 115-121 (In Japanese). Disponível em: <https://doi.org/10.5985/jec.23.115>.

TAVES, D. R. 1968. **Evidence that there are two forms of fluoride in human serum**. Nature, v. 217, n. 5133, p. 1050-1051.

TOMINAGA, M. Y. et al. 2019. **PBDE LEVELS IN SEDIMENT SAMPLES FROM SÃO PAULO STATE, BRAZIL**. Organohalogen Compound, Vol. 81, 514-517.

TRASANDE, L., ZOELLER, T. et al 2015. **Estimating burden and disease costs of exposure to endocrine-disrupting chemicals in the European Union**. J. Clin. Endocri. Metab. 100 (4), 1245-1255.

UENO, D. et al. 2004. **Global pollution monitoring of polybrominated diphenyl ethers using skipjack tuna as a bioindicator**. Environmental science & technology, v. 38, n. 8, p. 2312-2316.

UENO, D. et al. 2006. **Distribution and transportability of hexabromocyclododecane (HBCD) in the Asia-Pacific region using skipjack tuna as a biomonitor.** Environment Pollution, v. 144, p. 238-247.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). 2019. **Human Development Insights.** Index Ranking. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/content/latest-human-development-index-ranking>. Acesso em: 11 oct 2021.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UNECE). 2009. **Decision 2009/1: Amendment of the Text of and Annexes I, II, III, IV, VI and VIII to the 1998 Protocol on Persistent Organic Pollutants, Meeting Document, ECE/EB.AIR/99/ADD.1.** Geneva, Switzerland: 2009.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2007. **Detailed additional information provided by the intersessional working group on short-chained chlorinated paraffins.** UNEP/POPS/POPRC.3/INF/22. Disponível em: <http://chm.pops.int/>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2010a. **Supporting document for technical review of the implications of recycling commercial penta and octabromodiphenyl ethers.** Stockholm Convention document for 6th POP Reviewing Committee meeting (UNEP/POPS/POPRC.6/INF/6) Geneva 11-15. Disponível em: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=unep-pops-poprc.6-inf-6.english.pdf>. Acesso em: 04 oct 2010

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2010b. **Supporting document for the draft risk profile on short chained chlorinated paraffins.** UNEP/POPS/POPRC.6/INF/15. Disponível em: <http://chm.pops.int/>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2011. **Risk management evaluation on hexabromocyclododecane, UNEP/POPS/POPRC.7/19/ Add.1,** 2011.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2012a. **Guidance for the inventory of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and related chemicals listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants.** Disponível em: <http://www.pops.int/Implementation/IndustrialPOPs/PFOS/Guidance/tabid/5225/Default.aspx>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2012b. **Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eighth meeting: Risk profile on hexachlorobutadiene.** Geneva, Switzerland: 2012.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2012c. **Risk profile on chlorinated naphthalenes**. Addendum Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eighth meeting. UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1. Disponível em: <https://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC8/POPRC8ReportandDecisions/tabid/2950/Default.aspx>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2013a. **Draft risk management evaluation: chlorinated naphthalenes**. UNEP/POPS/POPRC.9/4. Disponível em: <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/LatestMeeting/POPRC9/POPRC9Documents/tabid/3281/Default.aspx>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2013b. **Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants - Proposal to list decabromodiphenyl ether (commercial mixture, c-DecaBDE) in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants** - Persistent Organic Pollutants Review Committee Ninth meeting - UNEP/POPS/POPRC.9/2, Rome, 14–18 October 2013, 20p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2014a. **Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its tenth meeting**. Addendum - Risk management evaluation on pentachlorophenol and its salts and esters. UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.1. 28 November 2014.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2014b. **Conference of the Parties to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants Seventh meeting**. Guidance for the inventory of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Geneva, 2014. (UNEP/POPS/COP.7/INF/27).

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2015a. **Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants**. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eleventh meeting – Addendum - Risk management evaluation on decabromodiphenyl ether (commercial mixture, c-decaBDE). Persistent Organic Pollutants Review Committee Eleventh meeting Rome, 19-23 October 2015. (UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.1)

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2015b. **Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eleventh meeting**. Addendum Risk profile on short-chained chlorinated paraffins. UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2. Disponível em: <http://chm.pops.int/>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2016. **Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its twelfth meeting**. Persistent Organic Pollutants Review Committee. Twelfth meeting. Rome, 19-23 September 2016. Disponível em: <http://chm.pops.int/>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2017a. **Draft guidance on preparing inventories of hexachlorobutadiene**. Geneva, Switzerland: 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2017b. **Draft guidance on preparing inventories of pentachlorophenol and its salts and esters and on identifying alternatives for the *phase-out* of those chemicals**. UNEP/POPS/COP.8/INF/20. 22 March 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2017c. **Risk management evaluation on pentadecafluorooctanoic acid (PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds**. Persistent Organic Pollutants Review Committee. 2017; UNEP/POPS/POPRC.13/7/Add.2. Disponível em: <http://www.pops.int/Default.aspx?tabid=5965>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2018a. **Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants**. Text and Annexes. Revised in 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2018b. **Draft updated general technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants**. UNEP/CHW/COP.14/7/Add.1. Disponível em: <http://chm.pops.int/>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2019a. **Guidance on preparing inventories of hexachlorobutadiene (HCBd)**. UNEP/POPS/COP.8/INF/18 (Revised 2019). Geneva, Switzerland: 2019.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2019b. **Guidance on preparing inventories of polychlorinated naphthalenes (PCNs); UNEP/POPS/COP.8/INF/19 (Revised 2019)**. Disponível em: <http://chm.pops.int/Implementation/NationalImplementationPlans/Guidance/tabid/7730/ctl/Download/mid/20996/Default.aspx?id=10&ObjID=26252>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2019c. **Stockholm Convention - Register of Specific Exemptions: Decabromodiphenyl ether**.

Disponível em: <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/DecabromodiphenyletherRoSE/tabid/7593/Default.aspx>. Acesso em: 3 feb 2019.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2021. **Draft guidance on preparing inventories of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants**. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm conventions, United Nations Environment Programme, Geneva.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) and WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 2013. **State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals**.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 1998. RED: **Reregistration Eligibility Decision Dicofol**. Disponível em: <https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/pdf/0021red.pdf>.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 2009. **Risks of Dicofol Use to Federally Threatened California Red-legged Frog (*Rana aurora draytonii*), Pesticide Effects Determination Environmental Fate and Effects Division Office of Pesticide Programs Washington, D.C. 20460, June 15, 2009**. Disponível em: <http://www.epa.gov/espp/litstatus/effects/redleg-frog/dicofol/analysis.pdf>.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 2010. **An Exposure Assessment of Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDE) (Final Report)**. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-08/086F, 2010. Disponível em: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=210404>.

VALLETTE, J. 2018. **Chlorine and Building Materials A Global Inventory of Production Technologies, Markets, and Pollution Phase 1: Africa, The Americas, and Europe**.

VAN DE PLASSCHE, E. J. et al. 2003. **DDT in Dicofol**. UN-ECE report. Disponível em: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/TaskForce/popsxg/2000-2003/ddt_in_dicofol.pdf.

VERMEULEN, I. et al. 2011. **Automotive shredder residue (ASR): reviewing its production from end-of-life vehicles (ELVs) and its recycling, energy or chemicals' valorisation**. Journal of Hazardous Materials, v. 190, p. 8-27.

VIEIRA, C. M. F.; MONTEIRO S. M. 2015. **Residual Coal Characterization for Addition to Red Clay Ceramics**. Materials Science Forum, v. 820, p. 425-431.

VOLUNTARY EMISSIONS CONTROL ACTION PROGRAMME (VECAP). 2015. **European Progress Report 2014** (Anniversary Issue) - Published on May 5, 2015. Disponível em: https://issuu.com/burson-marsteller-emea/docs/vecap_2015_bro_light. Acesso em: 30 aug 2019.

VORKAMP, K. et al. 2019. **A review of chlorinated paraffin contamination in Arctic ecosystems**. Emerging Contaminants, v. 5, p. 219-23. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2019.06.001>.

WAEGER, P. et al. 2010. **RoHS substances in mixed plastics from Waste Electrical and Electronic Equipment**. St.Gallen / Switzerland: Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology. 2010. Disponível em: https://resource-recovery.net/sites/default/files/empa_2010_rohs_substances_in_mixed_plastic.pdf.

WANG, L.; BIE, P.; ZHANG, J. 2018. **Estimates of unintentional production and emission of hexachlorobutadiene from 1992 to 2016 in China**. Environmental Pollution, v. 238, p. 204-212.

WEBER, R. et al. 2018. **Reviewing the relevance of dioxin and PCB sources for food from animal origin and the need for their inventory, control and management**. Environ Sci Eur, v. 30, p. 42.

WORLD BANK. 2014. **Brazil Water Learning Series: Gestão de Recursos Hídricos no Brasil: Desafios e Novas Perspectivas 2014**. Disponível em: https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/Feature%20Story/SDN/Water/events/Rosa_Formiga_Johnsson_Presentacion_Portugues.pdf. Acesso em: 29 jul 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 1996. **International Programme on Chemical Safety, Dicotol, WHO/FAO Data Sheets on Pesticides No. 81** World Health Organization. Geneva, July 1996. Disponível em: http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest81_e.html.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 2012. **Water quality for drinking: WHO guidelines Fourth Edition**. 2012.

XU, C. et al. 2014. **Emission inventory prediction of short chain chlorinated paraffins (SCCP) in China (in Chinese)**. Acta Sci. Nat. Univ. Pekin, v. 50, n. 2, p. 369-3780. Disponível em: <http://www.oaj.pku.edu.cn/wk3/syxk/EN/>.

YAMAMOTO, T. et al. 2005. **Congener-specific analysis of Polychlorinated Naphthalenes in the waste samples**. Organohalogen Compounds, v. 67, p. 708-711. Disponível em: <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/20926838>. Acesso em: 23 nov 2016.

YAMASHITA, N. et al. 2003. **Polychlorinated naphthalene contamination of some recently manufactured industrial products and commercial goods in Japan**. Journal of Environmental Science and Health. A, v. 38, p. 1745–1759. Disponível em: <https://doi.org/10.1081/ESE-120022876>.

ZABALETA, I. et al. 2018. **Biodegradation and uptake of the pesticide sulfluramid in a soil–carrot mesocosm**. Environmental science & technology, v. 52, n. 5, p. 2603-26118.

ZHANG, H. et al. 2019. **A review of sources, environmental occurrences and human exposure risks of hexachlorobutadiene and its association with some other chlorinated organics**. Environmental Pollution, v. 253, p. 831–840.

ZHONG, G. C. et al. 2012. **Distribution and air-sea exchange of current-use pesticides (CUPs) from East Asia to the high Arctic Ocean**, Environ. Sci. Technol, v. 46, n. 1, p. 259–267. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/es202655k>.



ONU 
programa para o
meio ambiente



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO