



BASEL CONVENTION

Distr.: General

14 July 2015

Original: English

---

**Conferência das Partes da Convenção da Basileia  
Sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de  
Resíduos Perigosos e seu Descarte  
Décima Segunda Reunião  
Genebra, 4–15 maio 2015  
Item 4 (b) (i) da agenda**

**Questões relacionadas à implementação da Convenção:  
questões científicas e técnicas: orientações técnicas**

## **Orientações Técnicas**

### **Orientações técnicas gerais sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por poluentes orgânicos persistentes**

#### **Nota do Secretariado**

Em sua décima segunda reunião a Conferência das Partes da Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Descarte adotou, pela decisão BC-12/3 sobre orientações técnicas relacionadas ao gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por poluentes orgânicos persistentes, com base no esboço das orientações técnicas contidas no documento UNEP/CHW.12/5/Add.2. As orientações técnicas referenciadas acima foram preparadas pelo Canadá como país líder desse trabalho, em colaboração com o pequeno grupo de trabalho interseccional em desenvolvimento das orientações técnicas sobre resíduos com poluentes orgânicos persistentes e considerando comentários recebidos das partes e outros e comentários fornecidos na nona reunião do Grupo de Trabalho em Aberto da Convenção da Basileia. As orientações técnicas foram adicionalmente revisadas em 10 de abril de 2015 considerando comentários recebidos das partes e de outros até 23 de janeiro de 2015, bem como o resultado da reunião do pequeno grupo de trabalho interseccional que aconteceu do dia 17 a 19 de março de 2015 em Ottawa, Canadá (ver documento UNEP/CHW.12/INF/9). O texto da versão final das orientações técnicas, conforme adotado de forma interina, está contido no anexo da presente nota.

## **Anexo**

### **Orientações técnicas gerais sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por poluentes orgânicos persistentes**

**Versão final revisada (15 de maio de 2015)**

## Conteúdo

<b>Abreviações e acrônimos .....</b>	<b>5</b>
<b>Unidades de medida.....</b>	<b>6</b>
<b>I. Introdução.....</b>	<b>7</b>
A. Escopo.....	7
B. Sobre POPs .....	9
<b>II. Disposições relevantes das Convenções da Basileia e de Estocolmo.....</b>	<b>9</b>
A. Convenção da Basileia .....	10
1. Disposições gerais .....	10
2. Disposições relacionadas a POPs .....	10
B. Convenção de Estocolmo .....	11
1. Disposições gerais .....	11
2. Disposições relacionadas a resíduos.....	12
<b>III. Questões sob a Convenção de Estocolmo a serem abordadas em cooperação com a Convenção da Basileia .....</b>	<b>13</b>
A. Conteúdo de POP baixo .....	13
B. Níveis de destruição e transformação irreversível .....	15
C. Métodos que constituem descarte ambientalmente seguro .....	16
<b>IV. Orientações sobre gerenciamento ambientalmente seguro (ESM) .....</b>	<b>16</b>
A. Considerações gerais.....	16
B. Quadro legislativo e regulatório.....	17
1. Datas de descontinuação da produção e uso de POPs .....	17
2. Exigências para movimentos transfronteiriços .....	17
3. Especificações para recipientes, equipamentos, recipientes e áreas de armazenamento contendo POPs .....	18
4. Saúde e segurança.....	18
5. Especificação de procedimentos aceitáveis para amostragem e análise de POPs .....	18
6. Exigências para instalações de tratamento e descarte de resíduos perigosos.....	19
7. Exigência geral para participação pública .....	19
8. Áreas contaminadas.....	19
9. Outros controles legislativos .....	19
C. Prevenção e minimização de resíduos.....	19
D. Identificação de resíduos.....	20
1. Considerações gerais .....	20
2. Inventários .....	21
E. Amostragem, análise e monitoramento .....	22
1. Amostragem .....	22
2. Análise.....	23
3. Monitoramento .....	25
F. Manejo, coleta, empacotamento, rotulagem, transporte e armazenamento.....	26
1. Manejo.....	26
2. Coleta .....	27
3. Empacotamento .....	27
4. Rotulagem .....	28
5. Transporte.....	28
6. Armazenamento.....	28
G. Descarte ambientalmente seguro .....	30

1.	Pré-tratamento .....	30
	(a) Adsorção e absorção .....	30
	(b) Mescla .....	30
	(c) Dessorção .....	30
	(d) Desaguamento .....	30
	(e) Desmantelamento/desmontagem .....	30
	(f) Secagem .....	30
	(g) Separação mecânica .....	31
	(h) Filtração por membrana .....	31
	(i) Mistura .....	31
	(j) Separação óleo-água .....	31
	(k) Ajuste de pH .....	31
	(l) Redução de tamanho .....	31
	(m) Lavagem com solvente .....	31
	(n) Estabilização e solidificação .....	31
	(o) Vaporização .....	31
	(p) Redução de volume .....	31
2.	Destruição e métodos irreversíveis de transformação .....	32
	(a) Redução alcalino metálica .....	33
	(b) Incineração Avançada de Resíduos Sólidos (ASWI) .....	34
	(c) Decomposição de base-catalisada (BCD) .....	36
	(d) Hidrodecloração catalítica (CHD) .....	38
	(e) Co-incineração em forno de cimento .....	38
	(f) Redução química em fase gasosa (GPCR) .....	40
	(g) Incineração de resíduos perigosos .....	42
	(h) Arco de Plasma .....	43
	(i) Método de Decomposição de Plasma por Derretimento .....	44
	(j) Oxidação supercrítica de água (SCWO) e oxidação subcrítica de água .....	45
	(k) Produção térmica e metalúrgica de metais .....	46
3.	Outros métodos de descarte quando nem a destruição nem a transformação irreversível é a opção ambientalmente preferível .....	48
	(a) Aterro especialmente projetado .....	49
	(b) Armazenamento permanente em minas e formações subterrâneas .....	49
4.	Outros métodos de descarte quando o conteúdo de POP é baixo .....	50
H.	Reabilitação de áreas contaminadas .....	50
	1. Identificação de área contaminada .....	50
	2. Reabilitação ambientalmente segura .....	50
I.	Saúde e segurança .....	51
	1. Situações de alto-risco .....	52
	2. Situações de baixo-risco .....	53
J.	Resposta de emergência .....	53
K.	Participação pública .....	53
	<b>Anexo I: Instrumentos internacionais .....</b>	<b>55</b>
	<b>Anexo II: Exemplos de legislação nacional pertinente .....</b>	<b>56</b>
	<b>Anexo III: Bibliografia .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## Abreviações e acrônimos

AOAC	Association of Official Analytical Chemists (United States of America) [Associação de Químicos Analíticos Oficiais (Estados Unidos da América) ]
ASTM	American Society for Testing and Materials [Sociedade Americana para o Teste de Materiais]
BAT	best available techniques [melhores práticas disponíveis]
BCD	base-catalysed decomposition [decomposição de base-catalisada]
BEP	best environmental practices [melhores práticas ambientais]
CEN	European Committee for Standardization [Comitê Europeu de Padronização]
CFCs	Chlorofluorocarbons [clorofluorcarbonos]
CHD	catalytic hydrodechlorination [hidrodecloração catalítica]
DDT	1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane (dichlorodiphenyltrichloroethane) [1,1,1,-triclora-2,2-bis(4-clorofenil)etano (diclorodifeniltricloroetano)]
DE	destruction efficiency [eficiência de destruição]
DRE	destruction removal efficiency [eficiência de remoção de destruição]
DRI	direct reduced iron [ferro diretamente reduzido]
ECD	electron capture detector [detector de captura de elétrons]
EPA	Environmental Protection Agency (United States of America) [Agência de Proteção Ambiental (Estados Unidos da América) ]
ESM	environmentally sound management [gerenciamento ambientalmente seguro]
ESWI	Expert Team to Support Waste Implementation [Equipe Expert para Auxiliar a Implementação de Resíduos]
EU	European Union [União Europeia]
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations [Organização de Alimentos e Agricultura das Nações Unidas]
FRTR	Federal Remediation Technologies Roundtable (United States of America) [Mesa Redonda Federal de Tecnologias de Reabilitação]
GAC	granular activated carbon [carbono ativado granulado]
GEMS	Global Environment Monitoring System [Sistema Global de Monitoramento do Meio Ambiente]
GEF	Global Environment Facility [Instalação Global do Meio Ambiente]
GHS	Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals [Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulação de Químicos]
GPCR	gas-phase chemical reduction [redução química na fase gasosa]
HASP	health and safety plan [plano de segurança e saúde]
HCB	Hexachlorobenzene [hexaclorobenzeno]
HRGC	high-resolution gas chromatography [cromatografia de gás de alta resolução]
HRMS	high-resolution mass spectrometry/spectrometer [espectrometria/espectrômetro de massa de alta resolução]
IATA	International Air Transport Association [Associação Internacional de Transporte de Ar]
ICAO	International Civil Aviation Organization [Organização Civil Internacional da Aviação]
ILO	International Labour Organization [Organização Internacional do Trabalho]
IMO	International Maritime Organization [Organização Internacional Marítima]
IPCS	International Programme on Chemical Safety [Programa Internacional de Segurança Química]
ISO	International Organization for Standardization [Organização Internacional de Padronização]
JESCO	Japan Environmental Storage & Safety Corporation [Corporação Japonesa de Armazenamento & Segurança Ambiental]
LRMS	low-resolution mass spectrometry/spectrometer [espectrômetro/espectrometria de massa de pouca resolução]
LTTD	low-temperature thermal desorption [dessorção térmica a baixa temperatura]
LWPS	liquid waste pre-heater system [sistema de pré-aquecimento de resíduos líquidos]
MSW	municipal solid waste [resíduos sólidos municipais]
NFM	non-ferrous metal [metal não ferroso]
NIP	national implementation plan (Stockholm Convention) [plano nacional de implementação (Convenção de Estocolmo)]
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development [Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico]
OEWG	Open-ended Working Group of the Basel Convention [Grupo de Trabalho em Aberto da Convenção da Basileia]
PAH	polycyclic aromatic hydrocarbon [hidrocarboneto aromático policíclico]
PBB	polybrominated biphenyl [bifenilo polibromado]
PCB	polychlorinated biphenyl [bifenilo policlorado]
PCDD	polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxin [dibenzo- <i>p</i> -dioxina policlorada]

PCDF	polychlorinated dibenzo-furan [dibenzo-furano policlorado]
PCT	polychlorinated terphenyl [terfenilo policlorado]
Pd/C	palladium on carbon [paládio em carbono]
POP	persistent organic pollutant [poluente orgânico persistente]
QA	quality assurance [garantia de qualidade]
QC	quality control [controle de qualidade]
SCWO	supercritical water oxidation [oxidação de água supercrítica]
SOP	standard operational procedure [procedimento operacional padrão]
TEAP	Technology and Economic Assessment Panel (of the Montreal Protocol) [Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica]
TEQ	toxicity equivalence [equivalência de toxicidade]
TRBP	thermal reduction batch processor [processador de lotes de redução térmica]
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe [Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa]
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization [Organização de Desenvolvimento Industrial das Nações Unidas]
UNEP	United Nations Environment Programme [Programa Ambiental das Nações Unidas]
WHO	World Health Organization [Organização Mundial da Saúde]

## Unidades de medida

$\mu\text{g}/\text{kg}$	micrograma(s) por quilograma. Corresponde a partes por bilhão (ppb) de massa.
kg	Quilograma
kW	quilowatt
kWh	quilowatt-hora
mg	milligrama
$\text{mg}/\text{kg}$	milligrama(s) por quilograma. Corresponde a partes por milhão (ppm) de massa.
MJ	megajoule
ms	milisegundo
ng	nanograma
Mg	megagrama (1.000 kg ou 1tonelada)
$\text{Nm}^3$	metro cúbico normal; referente a gás seco, 101.3 kPa e 273.15 K

## Observação: o documento deve ter os parágrafos numerados, conforme a versão original.

### I. Introdução

#### A. Escopo

As orientações técnicas gerais presentes nesse documento fornecem orientações sobre o gerenciamento ambientalmente seguro (ESM) de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por poluentes orgânicos persistentes (doravante referidos como “resíduos POP”), relacionados a várias decisões de acordos ambientais multilaterais sobre químicos e resíduos.<sup>1</sup> Esse documento substitui as *Orientações técnicas gerais atualizadas para o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por poluentes orgânicos persistentes (POPs)* de junho de 2007.

Essas orientações técnicas servem como um documento “geral” e devem ser usadas em conjunto com orientações técnicas específicas sobre resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por os seguintes POPs:

- (a) Policromobifenilos (PCBs) e hexabromodifenil (HBB), essas orientações técnicas também abordam policlorotrifenilos (PCTs) e polibromodifenis (PBBs) que não sejam HBB, que estão sujeitos a Convenção da Basileia mas não são POPs sob a Convenção de Estocolmo (Orientações técnicas de PCBs (Orientações técnicas de PCBs) (UNEP, 2015b);
- (b) Os pesticidas POPs aldrin, alfa hexaclorocicloexano, beta hexaclorocicloexano, clordano, clordecona, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenzeno (HCB), ácido perfluorooctano sulfônico, endossulfan técnico e seus isômeros relacionados ou toxafeno ou HCB como um químico industrial (Orientações técnicas para Pesticidas POPs) (UNEP, 2015c);
- (c) 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (DDT) (orientações técnicas DDT) (UNEP, 2006);
- (d) dibenzo-p-dioxinas policloradas produzidas não intencionalmente (PCDDs), dibenzofuranos policlorados (PCDFs), HCB, PeCB e PCBs (Orientações técnicas para POPs não intencionais) (UNEP, 2015d);
- (e) éter de hexabromodifenilo (hexaBDE) e éter de heptabromodifenilo (heptaBDE), ou éter de tetrabromodifenilo (tetraBDE) e éter de pentabromodifenilo (pentaBDE) (Orientações técnicas para POP-PBDEs) (UNEP, 2015e);
- (f) hexabromociclododecano (HBCD) (Orientações técnicas para HBCD) (UNEP, 2015f); e
- (g) Ácido perfluorooctano sulfônico (PFOS), seus sais e perfluorooctano sulfonil fluoreto (PFOSF), ou outras substâncias relacionadas ao PFOS que sejam precursores de PFOS (Orientações técnicas de PFOS)

O propósito das orientações técnicas gerais é:

- (a) Fornecer orientações abrangentes e comuns sobre o ESM de resíduos POP; e
- (b) Abordar disposições referidas no Artigo 6, parágrafo 2 da Convenção de Estocolmo (ver subseção II.B.2 do presente documento sobre disposições da Convenção de Estocolmo relacionadas a resíduos) sobre:
  - (i) Os níveis de destruição e transformação irreversível;
  - (ii) Os métodos que são considerados como descarte ambientalmente seguro; e
  - (iii) Os níveis de concentração que definem conteúdo baixo de POPs.

<sup>1</sup> Decisões IV/17, V/26, VI/23, VII/13, VIII/16, IX/16, BC-10/9, BC-11/3, e BC-12/3 da Conferência das Partes da Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Descarte; decisões I/4, II/10, III/8, IV/11, V/12, VI/5, VII/8, OEWG-8/5 e OEWG-9/3 do Grupo de Trabalho em Aberto da Convenção da Basileia; resolução 5 da Conferência de Plenipotenciários da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes; decisões INC-6/5 e INC-7/6 do Comitê de Negociação para um Instrumento Internacional Legalmente Válido para a Implementação de Ações sobre Certos Poluentes Orgânicos Persistentes; e decisões SC-1/2, SC-2/6, SC-3/7, SC-4/10-18, SC-5/3, e SC-6/13 da Conferência das Partes da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes.

O presente documento também fornece orientação sobre redução ou eliminação de emissão de POPs ao meio ambiente proveniente de processos de descarte e tratamento de resíduos. Considerações sobre o descarte ambientalmente seguro de resíduos POP discutidos nessas orientações incluem escolhas de pré-tratamento, já que o pré-tratamento pode ser importante na hora de determinar um método de descarte.

Deve ser ressaltado que as orientações sobre melhores técnicas disponíveis (BAT) e as melhores práticas ambientais (BEP) conforme se aplicam na prevenção ou minimização de formação e emissão de POPs não intencionais de fontes antropogênicas listadas no Anexo C da Convenção de Estocolmo estão fornecidas sob a Convenção de Estocolmo. Orientações sobre BAT e BEP relevantes ao Artigo 5 e o Anexo C da Convenção de Estocolmo foram adotadas pela Conferência das Partes da Convenção em sua terceira reunião, em 2007.

A Tabela 1 indica quais orientações técnicas específicas de POPs abordam cada um dos 23 POPs listados no Anexo A, B ou C da Convenção de Estocolmo.

**Tabela 1:** POPS da Convenção de Estocolmo listado nos Anexos A, B ou C abordados por orientações técnicas específicas sob a Convenção da Basileia

POPs da Convenção de Estocolmo	Orientações técnicas para POPs da Convenção da Basileia						
	Orientações técnicas gerais						
	Orientações técnicas para PCBs	Orientações técnicas para Pesticidas	Orientações técnicas para DDT	Orientações técnicas para POPs não intencionais	Orientações técnicas POP-BDEs	Orientações técnicas HBCD	Orientações técnicas PFOS
Aldrina		X					
Chlordano		X					
Clordecona		X					
Dieldrina		X					
1,1,1-Tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (DDT)			X				
Endrina		X					
Heptacloro		X					
Hexabromodifenil (HBB)	X						
Éter hexabromodifenil (hexaBDE) e éter heptabromodifenil (heptaBDE)					X		
Hexabromociclododecano (HBCD)						X	
Hexaclorobenzeno (HCB)		X		X			
Alfa hexaclorociclohexano (alfa-HCH)		X					
Beta hexaclorociclohexano (beta-HCH)		X					
Lindano		X					
Mirex		X					
Pentaclorobenzeno (PeCB)		X		X			
Ácido perfluorooctano sulfônico (PFOS), seus sais e perfluorooctano sulfonil fluoreto (PFOSF)		X					X
Bifenilos policlorados (PCBs)	X			X			

POPs da Convenção de Estocolmo	Orientações técnicas para POPs da Convenção da Basileia						
	Orientações técnicas gerais						
	Orientações técnicas para PCBs	Orientações técnicas para Pesticidas	Orientações técnicas para DDT	Orientações técnicas para POPs não intencionais	Orientações técnicas POP-BDEs	Orientações técnicas HBCD	Orientações técnicas PFOS
Dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDDs)				x			
Dibenzofuranos policlorados (PCDFs)				x			
Endossulfam técnico e seus isômeros relacionados		x					
Éter tetrabromodifenílico (tetraBDE) e Éter Pentabromodifenílico (pentaBDE)					x		
Toxafeno		x					

## B. Sobre POPs<sup>2</sup>

A maior parte dos POPs são de origem antropogênica. Para alguns POPs, como HCB, PeCB, PCDD e PCDF, listados no Anexo C da Convenção de Estocolmo, algumas quantidades também são geradas não intencionalmente e emitidas de forças antropogênicas. As características de POPs (toxicidade, persistência e bioacumulação), seu potencial para transporte de longo alcance e sua onipresença no ambiente, incluindo em ecossistemas e humanos, foram o ímpeto por detrás da Convenção de Estocolmo.

POPs estão sendo usados ou foram usados em processos industriais, em produtos e em artigos. O gerenciamento não adequado de resíduos POP pode levar a emissões ao meio ambiente. Além disso, algumas tecnologias de descarte podem levar a formação não intencional e emissão de POPs.

Químicos recém listados sob a Convenção de Estocolmo, como POP-BDEs, PFOS e HBCD, chamaram atenção para o uso de POPs em produtos e artigos. O gerenciamento desses produtos e artigos ao se tornarem resíduos introduziu novos desafios às partes em seu trabalho para definir estratégias e abordagens para seus esforços ESM de prevenção, redução e eliminação de emissões.

## II. Disposições relevantes das Convenções da Basileia e de Estocolmo

Vários acordos ambientais multilaterais fornecem quadros de prevenção e minimização de emissões de químicos tóxicos e resíduos perigosos. As convenções da Basileia, Estocolmo e Rotterdam são uma série de alicerces que complementam a criação de uma abordagem abrangente para o gerenciamento de químicos e resíduos perigosos. Juntas, essas convenções guiam tomadores de decisão em suas ações de minimização e gerenciamento de riscos ao meio ambiente de uma variedade de químicos, produtos e resíduos.

Uma lista completa de instrumentos internacionais relacionados a POPs estão listados no anexo I. As seguintes seções apresentam uma explicação e descrição breve dos Artigos relevantes das convenções da Basileia e de Estocolmo para ilustrar sua complementariedade e as principais obrigações de suas Partes.

As disposições da Convenção de Estocolmo complementam as disposições para o gerenciamento de resíduos perigosos sob a Convenção da Basileia para formar um regime abrangente de gerenciamento de resíduos POP. As disposições das duas convenções devem ser aplicadas aos resíduos POP na tomada de decisões sobre seu ESM.

<sup>2</sup>Maiores informações sobre as características dos POPs estão disponíveis por parte de diferentes fontes, incluindo o Registro da Agência de Substâncias Tóxicas e Doenças (Estados Unidos da América), o Programa de Ação Global para a Proteção do Ambiente Marinho contra Atividades Terrestres, e o Programa Internacional sobre Segurança Química (1995) da Organização Mundial da Saúde (WHO).

## A. Convenção da Basileia

### 1. Disposições Gerais

A Convenção da Basileia, que entrou em vigor em 5 de maio de 1992, busca proteger a saúde humana e o meio ambiente contra efeitos adversos resultantes da geração, gerenciamento, movimentos transfronteiriços e descarte de resíduos perigosos e outros resíduos. Ela o faz via um conjunto de disposições sobre o movimento transfronteiriço de resíduos e seu ESM. A Convenção da Basileia, especialmente, estipula que quaisquer movimentos transfronteiriços (importação, exportação ou trânsito) de resíduos são permissíveis apenas quando o próprio movimento e o descarte planejado dos resíduos perigosos e outros resíduos são ambientalmente seguros.

Um conjunto de disposições da Convenção da Basileia descreve as obrigações das Partes na garantia do ESM de resíduos POP. Essas obrigações estão listadas nos parágrafos 15 a 17 abaixo.

No Artigo 2 (“Definições”), parágrafo 1, a Convenção da Basileia define resíduos como “substâncias ou objetos que são descartados, estão destinados para descarte ou devem ser descartados de acordo disposições da Lei nacional”. O Parágrafo 4 define descarte como “qualquer operação especificada no Anexo IV da Convenção. O Parágrafo 8 define o ESM de resíduos perigosos ou outros resíduos como “a tomada de todas as medidas viáveis para garantir que resíduos perigosos ou outros resíduos sejam gerenciados de forma a proteger a vida humana e o meio ambiente contra os efeitos adversos que podem resultar desses resíduos”.

O Artigo 4 (“Obrigações gerais”), parágrafo 1, estabelece o procedimento pelo qual as partes, exercitando seu direito de proibir a importação para descarte de resíduos perigosos ou outros resíduos, devem informar as outras Partes de sua decisão. O Parágrafo um afirma: “As Partes exercitando seu direito de proibir a importação para descarte de resíduos perigosos ou outros resíduos devem informar as outras Partes de sua decisão de acordo com o Artigo 13.” O Parágrafo 1 (b) afirma: “As Partes devem proibir ou não permitir a exportação de resíduos perigosos ou outros resíduos às Partes que proibiram a importação desses resíduos, assim que notificados de acordo com o subparágrafo (a).”

O Artigo 4, parágrafos 2(a) – (e) e 2 (g), contém disposições chave da Convenção da Basileia abordando diretamente o ESM, prevenção e minimização de resíduos e práticas de descarte de resíduos com o objetivo de mitigar efeitos adversos a saúde humana e o meio ambiente:

Os Parágrafos 2 (a) – (e) e 2 (g): “Cada Parte deve tomar medidas adequadas para:

(a) Garantir que a geração de resíduos perigosos e outros resíduos dentro do país seja reduzida para um mínimo, considerando aspectos sociais, tecnológicos e econômicos;

(b) Garantir a disponibilidade de instalações de descarte adequadas para o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos perigosos e outros resíduos, que devem ser localizadas, quando possível, dentro do próprio país, não importando o lugar de seu descarte;

(c) Garantir que as pessoas envolvidas no gerenciamento de resíduos perigosos ou outros resíduos dentro do país tomem as medidas necessárias para prevenir a poluição proveniente desses resíduos e de seu gerenciamento e, caso a poluição ocorra, minimizar as suas consequências à saúde humana e ao meio ambiente;

(d) Garantir que o movimento transfronteiriço de resíduos perigosos e outros resíduos seja reduzido a um mínimo consistente com o gerenciamento ambientalmente seguro e eficiente desses resíduos, e seja conduzido de maneira a proteger a vida humana e o meio ambiente contra os efeitos adversos que podem resultar desse movimento;

(e) Not allow the export of hazardous wastes or other wastes to a State or group of States belonging to an economic and/or political integration organization that are Parties, particularly developing countries, which have prohibited by their legislation all imports, or if it has reason to believe that the wastes in question will not be managed in an environmentally sound manner, according to criteria to be decided on by the Parties at their first meeting;”

“(g) Prevenir a importação de resíduos perigosos e outros resíduos caso tenha motivos para acreditar que os resíduos em questão não serão gerenciados de forma ambientalmente segura.”

Parágrafo 8: “Cada parte deve requerer que os resíduos perigosos ou outros resíduos a serem exportados, sejam gerenciados de forma ambientalmente segura do Estado de importação ou em outra localidade.”

### 2. Disposições relacionadas a POPs

O Artigo 1 (“Escopo da Convenção”) define os tipos de resíduos sujeitos a Convenção da Basileia. O subparágrafo 1 (a) do artigo estabelece um processo de duas etapas para determinar se um “resíduo” é um “resíduo perigoso” sob a

Convenção: primeiramente, o resíduo deve pertencer a qualquer categoria contida no Anexo I da Convenção (“Categorias de resíduos a serem controlados”), e secundamente, o resíduo deve possuir ao menos uma das características listadas no Anexo II da Convenção (“Lista de características perigosas”).

Para uma lista de resíduos do Anexo I e Anexo II que podem consistir em ou estarem contaminados por um POP específico, consultar as orientações técnicas específicas àquele POP.

Presume-se que os resíduos do Anexo I exibam uma ou mais características perigosas do Anexo III, que podem incluir H4.1 “sólidos inflamáveis”, H6.1 “Envenenamento (Agudo)”, H11 “Toxicidade (Atrasada ou crônica)”, H12 “Ecotoxicidade”, ou H13 “Capacidade de, após o descarte, produzir outro material, e.g., lixiviado, que possua quaisquer das características listadas acima”, a menos que, por via de “testes nacionais”, seja provado que eles não exibem essas características. Os testes nacionais podem ser úteis na identificação de características perigosas particulares listadas no Anexo III até que a característica perigosa seja definida. Documentos guia para as características perigosas do Anexo III H1, H12 e H13 foram adotados de forma interina pela Conferência das Partes da Convenção da Basileia em suas sexta e sétima reuniões.

A Lista A do Anexo VIII da Convenção lista resíduos que são “caracterizados como perigosos sob o Artigo 1, parágrafo 1 (a), dessa Convenção.” No entanto “a [d]esignação de um resíduo no Anexo VIII não impede o uso do Anexo III [Lista de características perigosas] para demonstrar que um resíduo não é perigoso” (Anexo I, parágrafo (b)). A Lista B do Anexo IX lista resíduos que “não serão resíduos abordados no Artigo 1, parágrafo 1 (a), dessa Convenção a menos que contenham materiais do Anexo I em quantidades em que eles exibam uma característica do Anexo III.”

Para uma lista de características do Anexo VIII que são aplicáveis a um POP específico, consultar as orientações técnicas específicas para esse POP.

Conforme é afirmado no Artigo 1, parágrafo 1(b), “Resíduos que não são abordados no parágrafo (a) mas são definidos como, ou considerados resíduos perigosos pela legislação doméstica da Parte de exportação, importação ou trânsito” também estão sujeitos à Convenção da Basileia.

## **B. Convenção de Estocolmo**

### **1. Disposições gerais**

A Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) é um tratado global com o objetivo de proteger a saúde humana e o meio ambiente de poluentes orgânicos persistentes.

O objetivo da Convenção de Estocolmo, que entrou em vigor dia 17 de maio de 2004, é estabelecido no Artigo 1 (“Objetivo”): “Ciente da abordagem preventiva estabelecida no Princípio 15 da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, o objetivo dessa Convenção é proteger a saúde humana e o meio ambiente de poluentes orgânicos persistentes.”

A Convenção de Estocolmo diferencia duas categorias de POPs:

- (a) POPs produzidos intencionalmente, cuja produção e uso devem ser:
  - (i) Eliminados de acordo com as disposições do Artigo 3 e Anexo A; ou
  - (ii) Restritos de acordo com as disposições do Artigo 3 e Anexo B; e
- (b) POPs produzidos não intencionalmente, com relação aos quais as Partes são urgidas a tomarem medidas, de acordo com o Artigo 5 e Anexo C, para reduzir o total de emissões derivadas de fontes antropogênicas com o objetivo de sua minimização contínua e, onde possível, eliminação total.

O Artigo 5, parágrafo (a) (i) da Convenção de Estocolmo exige o desenvolvimento e manutenção de inventários de fontes e estimativas de emissões para POPs produzidos não intencionalmente.

Sob o Artigo 7 (“Planos de implementação”), parágrafo 1, a Convenção exige que cada parte:

- “(a) Desenvolva e se esforce para implementar um plano para a implementação de suas obrigações sob essa Convenção;
- (b) Transmita seu plano de implementação à Conferência das Partes dentro de dois anos da data em que essa Convenção entra em vigor; e
- (c) Revise e atualize, conforme adequado, seu plano de implementação de forma periódica e de maneira a ser especificada com decisão da Conferência das Partes.”

## 2. Disposições relacionadas a resíduos

O Artigo 6 (“Medidas para redução ou eliminação de emissões de estoques e resíduos”) estabelece as seguintes disposições relacionadas a resíduos:

“1. Para garantir que estoques consistindo ou contendo químicos listados no Anexo A ou no Anexo B e resíduos, incluindo produtos e artigos no momento em que se tornam resíduos, consistindo em, contendo ou contaminados por um químico listado nos Anexos A, B ou C, sejam gerenciados de maneira a proteger a vida humana e o meio ambiente, cada Parte deve:

- (a) Desenvolver estratégias adequadas para identificar:
  - (i) Reservas que consistem em ou contém químicos listados nos Anexos A ou B; e
  - (ii) Produtos e artigos em uso e resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por um químico listado nos Anexos A, B ou C.
- (b) Identificar, até onde praticável, os estoques que consistem em ou contém químicos listados nos Anexos A ou B por meio das estratégias referenciadas no subparágrafo (a);
- (c) Gerenciar estoques, conforme adequado, de forma segura, eficiente e ambientalmente correta. Estoques de químicos listados nos Anexos A ou B, depois que não são mais permitidos para uso de acordo com qualquer exceção especificada no Anexo A ou qualquer exceção ou finalidade aceitável especificado no Anexo B, a não ser estoques que têm permissão para serem exportados de acordo com o parágrafo 2 do Artigo 3, devem ser considerados como resíduos e gerenciadas de acordo com o subparágrafo (d);
- (d) Tomar medidas adequadas para que esses resíduos, incluindo produtos e artigos no momento em que se tornam resíduos, sejam:
  - (i) Manejados, coletados, transportados e armazenados de forma ambientalmente segura;
  - (ii) Descartados de maneira a destruir ou transformar irreversivelmente o conteúdo poluente para que eles não exibam as características de poluentes orgânicos persistentes ou descartados de outra forma ambientalmente segura quando a destruição ou transformação irreversível não representa a opção ambientalmente preferível ou o conteúdo de poluente orgânico persistente é baixo, considerando regras, padrões e orientações internacionais, incluindo as que podem ser desenvolvidas com relação ao parágrafo 2, e regimes globais e regionais relevantes governando o gerenciamento de resíduos perigosos;
  - (iii) Proibidos de serem sujeitos a operações de descarte que possam levar a recuperação, reciclagem, reutilização direta ou usos alternativos de poluentes orgânicos persistentes; e
  - (iv) Proibidos de cruzarem fronteiras internacionais sem considerar as regras, padrões e orientações relevantes;
- (e) Se esforçar para desenvolver estratégias adequadas para a identificação de áreas contaminadas pelos químicos listados nos Anexos A, B ou C; caso a recuperação dessas áreas seja empreendida ela deve ser realizada de forma ambientalmente segura.

2. A Conferência das Partes deve cooperar intimamente com os órgãos adequados da Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Descarte para, entre outras coisas:

- (a) Estabelecer níveis de destruição e transformação irreversível necessários para garantir que as características dos poluentes orgânicos persistentes, conforme especificado no parágrafo 1 do Anexo D, não sejam exibidas;
- (b) Determinar quais são os métodos considerados como descarte ambientalmente seguro referido acima; e
- (c) Trabalhar para estabelecer, conforme adequado, os níveis de concentração dos químicos listados nos Anexos A, B e C, para definir o conteúdo baixo de poluente orgânico persistente referido no parágrafo 1 (d) (ii).”

O Artigo 3, parágrafo 2 (a) (i), que aborda as importações, estipula: “Cada parte deve tomar medidas para garantir que os químicos listados no Anexo A ou B sejam importados apenas com o propósito de descarte ambientalmente seguro conforme estabelecido no parágrafo 1 (d) do Artigo 6,” Similarmente, o Artigo 3, parágrafo 2 (b) (i) exige que: “Cada Parte tome medidas para garantir que um químico listado no Anexo A para o qual quaisquer produções ou exceções de uso específico estejam em efeito ou um químico listado no Anexo B para o qual quaisquer produções, exceções de uso específico ou finalidade aceitável estejam em efeito, considerando quaisquer disposições relevantes em instrumentos internacionais de consentimento prévio que possam existir, seja exportado apenas para o propósito de descarte ambientalmente seguro conforme estabelecido no parágrafo 1 (d) do Artigo 6.”

O Anexo C, Parte II, delinea categorias de fontes industriais que têm o potencial para formação e emissões comparativamente altas de POPs listados no Anexo C. A Parte III delinea categorias de fontes a partir das quais POPs listados sob o Anexo C podem ser formados e emitidos não intencionalmente. A Parte V esboça orientações gerais de BAT e BEP.

### **III. Questões sob a Convenção de Estocolmo a serem abordadas em cooperação com a Convenção da Basileia**

#### **A. Baixo teor de POP**

Conforme afirmado no Artigo 6, parágrafo 2 (c), da Convenção de Estocolmo, a Conferência das Partes da Convenção de Estocolmo deve cooperar intimamente com os órgãos adequados da Convenção da Basileia para “Trabalhar para estabelecer, conforme adequado, os níveis de concentração dos químicos listados nos Anexos A, B e C, para definir o conteúdo baixo de poluente orgânico persistente referido no parágrafo 1 (d) (ii).”

Sob a Convenção de Estocolmo, os resíduos POP devem, de acordo com o Artigo 6, parágrafo 1 (d) (ii), ser descartados de maneira a destruir o conteúdo POP ou transforma-lo irreversivelmente para que ele não exiba características de POPs. Do contrário, eles devem ser descartados de maneira ambientalmente segura caso a destruição ou transformação não representem a opção ambientalmente preferível ou o teor de POP seja baixo, considerando regras, padrões e orientações internacionais, incluindo as que podem ser desenvolvidas com relação ao parágrafo 2, e regimes globais e regionais relevantes governando o gerenciamento de resíduos perigosos.

O conteúdo baixo de POP descrito na Convenção de Estocolmo independe das disposições sobre resíduos perigosos sob a Convenção da Basileia.

Sob a Convenção de Estocolmo, resíduos com um conteúdo POP acima do conteúdo definido como baixo devem ser descartados de maneira a destruir ou transformar irreversivelmente o conteúdo POP de acordo com os métodos descritos na seção IV.G.2. Caso contrário eles devem ser descartados de maneira ambientalmente segura caso a destruição ou transformação irreversível não representem a opção ambientalmente preferível de acordo com os métodos descritos na sessão IV.G.3.

Resíduos com um conteúdo POP igual o abaixo ao conteúdo POP definido como baixo devem ser descartados de acordo com os métodos referidos na sessão IV.G.4.

Definições para o conteúdo baixo de POP devem ser estabelecidas considerando os principais objetivos das convenções da Basileia e de Estocolmo, que são a proteção do ambiente e da saúde humana. As seguintes questões foram consideradas na determinação do teor de POP baixo (Ver Comissão Europeia/ESWI, 2011, Agência Federal Alemã para o Meio Ambiente, 2015, e UNEP/CHW/OEWG.9/INF/9/Add.1<sup>3</sup> e /Add.2<sup>4</sup>):

- (a) Considerações ambientais e sobre a saúde humana;
- (b) Disponibilidade de capacidade adequada para análise;
- (c) Faixa de concentrações em artigos, materiais e resíduos;
- (d) Valores limites dentro de legislações nacionais;
- (e) Disponibilidade de capacidade de tratamento;

<sup>3</sup> Esboço de orientações técnicas gerais sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos que consistam em, contenham ou estejam contaminados por poluentes orgânicos persistentes: documento de apoio para o desenvolvimento da sessão III das orientações técnicas gerais para o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por poluentes orgânicos persistentes.

<sup>4</sup> Esboço de orientações técnicas gerais sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos que consistam em, contenham ou estejam contaminados por poluentes orgânicos persistentes: metodologia para o estabelecimento de conteúdos baixos para poluentes orgânicos persistentes e sua aplicação na União Europeia.

- (f) Limitações de conhecimento e dados; e
- (g) Considerações econômicas.

As definições provisórias de conteúdo POP baixo contidas na tabela 2 devem ser aplicadas.

**Tabela 2:** Definições provisórias de conteúdo baixo de POPs

POP	Conteúdo POP baixo
Aldrina <sup>5</sup>	50 mg/kg
Alfa-HCH, beta-HCH e lindano <sup>6</sup>	50 mg/kg ao todo <sup>7</sup>
Clordano <sup>8</sup>	50 mg/kg
Clordecona <sup>9</sup>	50 mg/kg
DDT <sup>10</sup>	50 mg/kg
Dieldrina <sup>11</sup>	50 mg/kg
Endrina <sup>12</sup>	50 mg/kg
HBB <sup>13</sup>	50 mg/kg
HBCD <sup>14</sup>	100 mg/kg ou 1000 mg/kg <sup>15</sup>
Heptacloro <sup>16</sup>	50 mg/kg
Éter hexabromodifenilo e éter heptabromodifenilo e éter tetrabromodifenilo e éter pentabromodifenilo <sup>17,18</sup>	50 mg/kg ou 1000 mg/kg ao todo <sup>19</sup>
HCB <sup>20</sup>	50 mg/kg
Mirex <sup>21</sup>	50 mg/kg
PCBs <sup>22</sup>	50 mg/kg
PCDDs e PCDFs <sup>23</sup>	15 µg TEQ/kg

<sup>5</sup> Determinado de acordo com métodos e padrões nacionais e internacionais.

<sup>6</sup> *Ibid.*

<sup>7</sup> O valor limite foi estabelecido para a soma do lindano e seus subprodutos alfa- e beta-HCH, pois eles podem ser juntamente contidos em pesticidas e resíduos de produção.

<sup>8</sup> *Ibid* 5.

<sup>9</sup> *Ibid* 5.

<sup>10</sup> *Ibid* 5.

<sup>11</sup> *Ibid* 5.

<sup>12</sup> *Ibid* 5.

<sup>13</sup> *Ibid* 5.

<sup>14</sup> *Ibid* 5.

<sup>15</sup> Deve ser ressaltado que trabalhos adicionais para o acordo de um único valor serão realizados de acordo com a decisão BC-12/3.

<sup>16</sup> *Ibid* 5.

<sup>17</sup> *Ibid* 15.

<sup>18</sup> *Ibid* 5.

<sup>19</sup> O valor limite foi estabelecido para a soma de tetra-, penta-, hexa-, e hepta-BDE, pois misturas comerciais têm composições congêneres variantes (ver a seção I.B.1 das orientações POP-BDE), e para eficiências analíticas.

<sup>20</sup> *Ibid* 5.

<sup>21</sup> *Ibid* 5.

<sup>22</sup> *Ibid* 5.

<sup>23</sup> TEQ conforme é referido no Anexo C, parte IV, parágrafo 2, da Convenção de Estocolmo, mas apenas para PCDDs e PCDFs.

POP	Conteúdo POP baixo
PeCB <sup>24</sup>	50 mg/kg
PFOS, seus sais e PFOSF <sup>25</sup>	50 mg/kg
Endossulfam técnico e seus isômeros relacionados <sup>26</sup>	50 mg/kg
Toxafeno <sup>27</sup>	50 mg/kg

## B. Níveis de destruição e transformação irreversível

A eficiência da destruição <sup>28</sup> (DE) é a porcentagem de POPs original destruída ou transformada de forma irreversível por um método ou tecnologia em particular. A eficiência de remoção de destruição <sup>29</sup> (DRE) considera apenas emissões ao ar e é a porcentagem de POPs original irreversivelmente transformada e removida das emissões gasosas.

A definição provisória estabelecida no parágrafo 41 abaixo reconhece o seguinte:

- (a) Tanto DE quanto DRE são uma função do conteúdo POP inicial e não cobrem nenhuma fração de outros POPs produzidos não intencionalmente durante a destruição ou transformação irreversível;
- (b) DE é um critério importante na avaliação de performance das tecnologias de destruição e transformação irreversível, mas pode ser difícil de ser mensurada de forma reproduzível e comparável;
- (c) BAT e BEP estão disponíveis para garantir que a performance ambiental antecipada seja atingida, incluindo a DE esperada; e
- (d) Legislações nacionais pertinentes<sup>30</sup>, regras, padrões e orientações internacionais são aplicáveis à essas operações.

As seguintes definições provisórias para níveis de destruição e transformação irreversível, baseadas em níveis absolutos (i.e., fluxos de saída de resíduos em processos de tratamentos) devem ser aplicadas:

- (a) Emissões atmosféricas:
  - (i) PCDDs e PCDFs: 0.1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>; <sup>31</sup>
  - (ii) Todos os outros POPs: legislações nacionais pertinentes e regras, padrões e orientações internacionais, exemplos de legislações nacionais pertinentes podem ser encontrados no anexo II;
- (b) Emissões aquosas: legislações nacionais pertinentes e regras, padrões e orientações internacionais, exemplos de legislações nacionais pertinentes podem ser encontrados no anexo II;
- (c) Resíduos sólidos: conteúdos POP devem estar abaixo dos conteúdos POP baixos definidos na seção A deste capítulo, No entanto, caso o conteúdo POP esteja abaixo do conteúdo baixo de POP definido na seção A, os resíduos sólidos devem ser tratados de acordo com a sessão IV.G.

<sup>24</sup> *Ibid* 5.

<sup>25</sup> *Ibid* 5.

<sup>26</sup> *Ibid* 5.

<sup>27</sup> *Ibid* 5.

<sup>28</sup> Calculado com base na massa de conteúdo POP nos resíduos, menos a massa de conteúdo POP restante nas fases gasosa, líquida e sólida, dividido pela massa de conteúdo POP nos resíduos, i.e., DE= (conteúdo POP nos resíduos – conteúdo POP nos remanescentes gasosos, líquidos e sólidos) / conteúdo POP nos resíduos.

<sup>29</sup> *Ibid* 5.

<sup>29</sup> Calculado com base na massa de conteúdo POP nos resíduos, menos a massa de conteúdo POP restante na fase gasosa (emissões ao ar), dividido pela massa de conteúdo POP nos resíduos, i.e., DRE= (conteúdo POP nos resíduos – conteúdo POP no remanescente gasoso) / conteúdo POP nos resíduos..

<sup>30</sup> Por exemplo, no Japão, o Ministério do Meio Ambiente emitiu em 2010 um documento de “Orientações Técnicas para o Tratamento Ambientalmente Seguro de Resíduos PFOS”, que afirma que os níveis de destruição para PFOS e seus sais deve ser acima dos 99.999 por cento (Ministério do Meio Ambiente do Japão, 2013b).

<sup>31</sup> TEQ conforme referido no Anexo C, parte IV, parágrafo 2, da Convenção de Estocolmo, mas apenas para PCDDs e PCDFs. Nm<sup>3</sup> se refere ao gás seco, 101.3 kPa e 273.15 K. Padronização a 11 por cento O<sub>2</sub>. Padronização a 10 por cento O<sub>2</sub> para co-incineração em fornos de cimento.

In addition, technologies for destruction and irreversible transformation should be operated in accordance with BAT and BEP.

### C. Métodos que constituem descarte ambientalmente seguro

A seção G do capítulo IV abaixo contém uma descrição de métodos considerados como descarte ambientalmente seguro de resíduos POP.

## IV. Orientações sobre gerenciamento ambientalmente seguro (ESM)

### A. Considerações Gerais

O ESM é um conceito político amplo que é compreendido e implementado de várias maneiras por diferentes países, partes interessadas e organizações. As disposições e documentos de orientação pertinentes ao ESM de resíduos perigosos que se aplicam a resíduos POP sob as convenções da Basileia e Estocolmo, juntamente com elementos de performance produzidos pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), elementos centrais de performance fornecem um entendimento comum de orientações internacionais para apoiar e implementar o ESM de resíduos perigosos e outros resíduos.

O *Quadro para o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos perigosos e outros resíduos* (“quadro ESM”) de 2013, foi adotado na décima primeira reunião da Conferência das Partes da Convenção da Basileia<sup>32</sup> O quadro estabelece um entendimento comum do que o ESM abrange e identifica ferramentas e estratégias para apoiar e promover a implementação de ESM. É intencionado como um guia prático para governos e outras partes interessadas que participam de gerenciamentos de resíduos perigosos e outros resíduos e constitui o documento de orientação mais abrangente sobre ESM para complementação das orientações técnicas da Basileia.

Conforme é apresentado no parágrafo 17 desse documento, o Artigo 4 da Convenção da Basileia contém disposições relacionadas ao ESM de resíduos perigosos e outros resíduos. O ESM também está sujeito às seguintes declarações:

- (a) A Declaração da Basileia de 1999 sobre Gerenciamento Ambientalmente Seguro, que foi adotada na quinta reunião da Conferência das Partes da Convenção da Basileia urge que as Partes aumentem e fortaleçam seus esforços e cooperação para atingir ESM, inclusive por meio de prevenção, minimização, reciclagem, recuperação e descarte de resíduos perigosos e outros resíduos sujeitos à Convenção da Basileia, considerando contextos sociais, tecnológicos e preocupações econômicas e através de maior redução de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e outros resíduos sujeitos à Convenção da Basileia;

- (b) A Declaração de Cartagena de 2011, sobre a Prevenção, Minimização e Recuperação de Resíduos Perigosos e Outros Resíduos, que foi adotada na décima reunião da Conferência das Partes da Convenção da Basileia e reafirma que a Convenção da Basileia é o principal instrumento legal global para guiar o ESM de resíduos perigosos e outros resíduos e seu descarte.

O termo “gerenciamento ambientalmente seguro” não está definido sob a Convenção de Estocolmo. No entanto, métodos ambientalmente seguros para o descarte de resíduos POP serão determinados pela Conferência das Partes em cooperação com os órgãos adequados da Convenção da Basileia.

A OECD adotou uma recomendação sobre o ESM de resíduos que inclui vários itens, *inter alia* elementos principais de performance das orientações ESM aplicadas em instalações de recuperação de resíduos, incluindo elementos de performance que precedem a coleta, transporte, tratamento e armazenamento, mas também elementos subsequentes ao armazenamento, transporte, tratamento e descarte de resíduos pertinentes (OECD, 2004).

As Partes devem desenvolver uma variedade de medidas (estratégias, políticas, legislação, regulamentações e programas) e monitorar sua implementação para fomentar o cumprimento dos objetivos ESM. A implementação de estratégias, políticas e programas nacionais são ferramentas eficientes para complementar a implementação de legislação e regulamentações; monitoramento e execução; incentivos e penalidades; tecnologias; e outras ferramentas com as quais todas as partes interessadas participam e cooperam (UNEP, 2013a). As seguintes seções devem ser consideradas ao estabelecer, implementar ou avaliar ESM.

---

<sup>32</sup> UNEP/CHW.11/3/Add.1/Rev.1.

## B. Quadro legislativo e regulatório

As partes das convenções da Basileia e de Estocolmo devem examinar suas estratégias, políticas, controles, padrões e procedimentos para garantir que eles estejam de acordo com as duas convenções e com suas obrigações sob elas, incluindo as obrigações pertinentes ao ESM de resíduos POP.

A maioria dos países já implementaram alguma forma de legislação que delinea princípios, poderes e direitos abrangentes de proteção ambiental. Esse tipo de legislação deve tornar o ESM operacional e incluir exigências para proteção tanto da saúde humana quanto do meio ambiente. Através dessas legislações o governo terá então o poder de adotar e reforçar certas regras e regulamentações sobre resíduos perigosos, conduzir inspeções e estabelecer penalidades para violações.

Esse tipo de legislação sobre resíduos perigosos também deve definir esse tipo de resíduo. Resíduos com um conteúdo POP acima do conteúdo baixo de POP especificado na definição referida na seção III.A devem ser incluídos na definição, conforme adequado.

A legislação pode também definir ESM e exigir aderência aos princípios ESM, garantindo que os países cumpram com as disposições para o ESM de resíduos POP, incluindo seu descarte ambientalmente seguro, conforme descrito no presente documento e na Convenção de Estocolmo. Componentes ou características específicas de um quadro regulatório que cumpriram com as exigências das convenções da Basileia e de Estocolmo bem como de outros acordos internacionais são discutidos abaixo.<sup>33</sup>

### 1. Datas de descontinuação da produção e uso de POPs

As legislações e compromissos voluntários devem, conforme adequado, diferenciar entre as datas de descontinuação para a produção de POPs e seu uso<sup>34</sup> em produtos e artigos (fabricante a jusante) e a data na qual os produtos ou artigos contendo POPs (tanto puro ou em misturas) devem ser descartados após se tornarem resíduos. Além disso, elas devem estabelecer um limite de tempo para o descarte de resíduos POP, considerando que esses produtos e artigos podem ter vidas úteis longas, para prevenir a criação de reservar que não tenham datas de descontinuação claras. Exemplos de legislações pertinentes podem ser encontrados no anexo II.

### 2. Exigências para movimentos transfronteiriços<sup>35</sup>

Resíduos perigosos e outros resíduos devem, na medida que seja compatível com seu ESM, serem descartados no país de geração. Movimentos transfronteiriços desses resíduos são permitidos apenas sob as seguintes condições:

- (a) Se conduzidos sob condições que não arrisquem a saúde humana e o meio ambiente;
- (b) Se as exportações forem gerenciadas de forma ambientalmente segura no país de importação ou em outra localidade;
- (c) Se o país de exportação não tenha a capacidade técnica e as instalações necessárias para descartar os resíduos em questão de forma ambientalmente segura e eficiente;
- (d) Se os resíduos em questão sejam exigidos como matéria prima para indústrias de reciclagem ou recuperação no país de importação; ou
- (e) Se os movimentos transfronteiriços em questão estejam de acordo com outros critérios decididos pelas partes.

Quaisquer movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos ou outros resíduos estão sujeitos a notificação prévia por escrito do país de exportação e consentimento prévio por escrito por parte do país de importação e, caso adequado, dos países de trânsito. As partes devem proibir a exportação de resíduos perigosos e outros resíduos caso o país de importação proíba a importação desses resíduos. A Convenção da Basileia também exige que as informações relacionadas a qualquer movimento transfronteiriço proposto sejam fornecidas por meio do formulário de notificação aceito e que o envio aprovado seja acompanhado por um documento de movimentação do ponto onde o movimento transfronteiriço começa até o ponto de descarte.

<sup>33</sup> Maiores orientações sobre quadros regulatórios da Convenção da Basileia podem ser encontradas nos seguintes documentos: *Manual for the Implementation of the Basel Convention* (UNEP, 2015f) and *Basel Convention: Guide to the Control System* (UNEP, 2015g). As Partes da Convenção de Estocolmo também devem consultar o documento *National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants* (UNEP, 2014).

<sup>34</sup> Notar que o Anexo A, partes I e II, e o Anexo B da Convenção de Estocolmo contém referências para a eliminação e a restrição de produção e uso de POPs..

<sup>35</sup> Isso se aplica apenas às Partes da Convenção da Basileia. .

Além disso, resíduos perigosos e outros resíduos sujeitos a movimentos transfronteiriços devem ser embalados, rotulados e transportados em conformidade com regras e padrões internacionais.<sup>36</sup>

Quando os movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e outros resíduos para os quais foi dado consentimento dos países envolvidos não pode ser completado, o país de exportação deve garantir que os resíduos em questão sejam levados de volta ao país caso outros arranjos não possam ser feitos para o seu descarte de forma ambientalmente segura. No caso de tráfico ilegal (conforme definido no Artigo 9, parágrafo 1) como resultado de conduta da parte do exportador ou gerador, o país de exportação deve garantir que os resíduos em questão levados de volta pelo exportador para descarte ou descartados de outra forma de acordo com as disposições da Convenção (Artigo 9, parágrafo 2).

Não é permitido nenhum movimento transfronteiriço de resíduos perigosos e outros resíduos entre uma parte e uma não-parte da Convenção a não ser que existam arranjos bilaterais, multilaterais ou regionais, conforme exigido sob o Artigo 11 da Convenção.

### **3. Especificações para recipientes, equipamentos, recipientes a granel e áreas de armazenamento contendo POPs**

Para cumprir com as exigências ESM e as cláusulas específicas das convenções da Basileia e de Estocolmo (por exemplo, o Artigo 4, parágrafo 7 da Convenção da Basileia, e o Artigo 6, parágrafo 1 da Convenção de Estocolmo), pode ser necessário que as partes adotem legislação específica descrevendo os tipos de recipientes e áreas de armazenamento aceitáveis para os POPs específicos e seus fluxos de resíduos relevantes.<sup>37</sup> As Partes devem garantir que os recipientes que podem ser transportados para outro país cumpram com padrões internacionais como os estabelecidos pela Associação Internacional de Transporte Aéreo (IATA), a Organização Marítima Internacional (IMO) e a Organização Internacional de Padronização (ISO).

### **4. Saúde e segurança**<sup>38</sup>

As convenções da Basileia e de Estocolmo não exigem, de forma específica, que as partes tenham legislação para proteção da saúde e segurança dos trabalhadores. No entanto, uma abordagem legislativa deve ser tomada para proteger os trabalhadores de possíveis exposições a POPs. Essas disposições devem incluir exigências de rotulagem adequada dos produtos e identificação de métodos de descarte adequados.

A maioria dos países têm disposições específicas para a proteção da saúde e segurança dos trabalhadores ou em forma de legislação trabalhista abrangente ou legislação sobre a proteção da saúde humana e do meio ambiente. As partes devem reexaminar sua legislação existente para garantir que os POPs sejam adequadamente abordados e que aspectos relevantes de acordos internacionais sejam integrados nessa legislação. O campo de saúde e segurança trabalhista é abordado com frequência em orientações e literatura diversa, que estão disponíveis para assistir no planejamento e revisão de legislações, políticas e orientações técnicas.

Em seu décimo artigo (“Informação, conscientização e educação pública”), parágrafo 1 (e), a Convenção de Estocolmo urge que as Partes promovam e facilitem o treinamento de trabalhadores, cientistas, educadores e equipes técnicas e de gerência. A legislação nacional de saúde e segurança deve incluir disposições para o manejo e armazenamento adequados de resíduos POP.

### **5. Especificação de procedimentos aceitáveis para amostragem e análise de POPs**

Vários métodos e protocolos para amostragem e análise foram desenvolvidos para diversos propósitos. Dados confiáveis e úteis podem ser gerados apenas quando métodos de amostragem e análise adequados aos resíduos são usados. As Partes das convenções da Basileia e de Estocolmo devem ter legislação ou políticas de orientação sólidas identificando os métodos de amostragem e análise aceitáveis para cada resíduo POP, incluindo a forma em que ocorre e a matriz onde ele é encontrado. Os processos especificados devem ser acordados e aceitos antes da ocorrência da análise ou da amostragem. O uso de procedimentos internacionalmente aceitos é recomendado. Isso deve garantir que os resultados relatados sejam aceitáveis e comparáveis. Ver a sessão E desse capítulo para maiores detalhes.

<sup>36</sup>Nessa conexão, as Recomendações das Nações Unidas sobre o Transporte de Bens Perigosos (Regulamentações Modelo) de 2003 (UNECE, 2003<sup>a</sup>) ou versões mais atuais devem ser usadas..

<sup>37</sup> As Partes devem consultar as orientações relacionadas ao armazenamento de pesticidas e resíduos de pesticidas que foram produzidas pela Organização de Alimentação e Agricultura (FAO) das Nações Unidas (FAO, 1996)..

<sup>38</sup> Ver a seção IV.I.

## 6. Exigências para instalações de tratamento e descarte de resíduos perigosos

A maioria dos países possui uma legislação que exige que as instalações de tratamento e descarte obtenham aprovação prévia para começar as operações. As aprovações podem estabelecer condições específicas que devem ser mantidas para que elas permaneçam válidas. Pode ser necessário adicionar exigências específicas aos resíduos POP para cumprir com o ESM e com exigências específicas das convenções de Estocolmo e da Basileia.

## 7. Exigência geral para participação pública

A participação pública é um princípio essencial da Declaração da Basileia Sobre Gerenciamento Ambientalmente Seguro, de 1999, e para vários outros acordos internacionais. A participação pública, conforme referido na seção IV.K abaixo pode ser abordada na legislação ou através de políticas.

## 8. Áreas contaminadas

Disposições possibilitando o desenvolvimento de um inventário de áreas contaminadas e a recuperação de áreas de forma ambientalmente segura (Artigo 6, parágrafo 1 (e), da Convenção de Estocolmo) podem ser especificadas em legislação.

## 9. Outros controles legislativos

Exemplos de outros aspectos do gerenciamento da vida útil de resíduos POP que podem ser regulados por meio de legislação incluem:

- (a) Disposições sobre localização e exigências relativas ao armazenamento, manejo, coleta e transporte de resíduos;
- (b) Exigências para desativação, incluindo:
  - (i) Inspeção prévia e durante a desativação;
  - (ii) Procedimentos a serem seguidos para a proteção da saúde dos trabalhadores, da comunidade e do meio ambiente durante a desativação;
  - (iii) Exigências pós-desativação da instalação;
- (c) Planos de contingência, resposta a vazamentos e acidentes, incluindo:
  - (i) Procedimentos de limpeza e concentrações pós-limpeza a serem atingidas;
  - (ii) Exigências de treinamento e segurança dos trabalhadores;
- (d) Planos de prevenção, minimização e gerenciamento de resíduos.

## C. Prevenção e Minimização de Resíduos

A prevenção e minimização de resíduos POP são as primeiras e mais importantes etapas do sistema ESM desses resíduos. No artigo 4, parágrafo 2, a convenção da Basileia urge que as partes “garantam que a geração de resíduos perigosos e outros resíduos seja reduzida a um mínimo”. A prevenção contra resíduos deve ser a opção preferencial de qualquer política de gerenciamento de resíduos. De acordo com o quadro para o ESM de resíduos perigosos e outros resíduos, a necessidade de gerenciar resíduos e/ou os riscos e custos associados com essa prática são reduzidos pela não geração de resíduos e pela garantia de que os resíduos gerados sejam menos perigosos (UNEP, 2013a).

De acordo com o quadro ESM da Basileia, as companhias que geram resíduos (geradores de resíduos) são responsáveis por garantir a implementação de BAT e BEP ao realizar atividades geradoras de resíduos. Ao fazê-lo elas agem para minimizar os resíduos gerados ao garantir a pesquisa, investimento em design, inovação e desenvolvimento de novos produtos e processos que utilizem menos recursos e energia e que reduzam, substituam ou eliminem a utilização de materiais perigosos.

Pode ser exigido que geradores de resíduos e usuários industriais a jusante (e.g., formuladores de pesticidas) de produtos e artigos contendo POPs desenvolvam planos de gerenciamento de resíduos. Esses planos devem abordar todos os resíduos perigosos, e ter resíduos POP como um componente.

Elementos de um programa de prevenção e minimização incluem os seguintes:

- (a) Identificar processos que possivelmente produzam POPs não intencionalmente (e.g., incineração) e determinar se as orientações BAT e BEP da Convenção de Estocolmo são aplicáveis;
- (b) Identificar processos que utilizam POPs e geram resíduos POP:

- (i) Para determinar se modificações no processo, incluindo a troca para equipamentos mais modernos, pode reduzir a geração de resíduos POP; e
- (ii) Para identificar processos alternativos que não estejam ligados à produção de resíduos POP;
- (c) Identificar os produtos em artigos que consistem em, contém ou estão contaminados por POPs e alternativas não-POP; e
- (d) Minimizar o volume de resíduos POP gerados:
  - (i) Por meio de manutenção regular dos equipamentos para aumentar a eficiência e prevenir derramamentos e vazamentos;
  - (ii) Por meio da contenção rápida de vazamentos e derramamentos;
  - (iv) Por meio da descontaminação de recipientes e equipamentos contendo resíduos POP; e
  - (v) Por meio do isolamento de resíduos POP para prevenir a contaminação de outros materiais.

A mistura de resíduos com conteúdo POP definida acima como conteúdo baixo de POP com outros materiais apenas para o propósito de gerar uma mistura de conteúdo POP abaixo do conteúdo baixo de POP definido não é ambientalmente segura. No entanto, a mistura de materiais anterior ao tratamento de resíduos pode ser necessária para permitir o tratamento ou otimizar sua eficiência.

## **D. Identificação de resíduos**

### **1. Considerações gerais**

A identificação de resíduos POP é o ponto de partida para seu ESM eficiente. Os resíduos POP podem ser gerados via uma variedade de processos e atividades que podem ocorrer durante a vida útil dos POPs, por exemplo:

- (a) Durante sua fabricação intencional (instalações de produção);
- (b) Como subprodutos de processos industriais ou de outros processos que usem esses POPs (e.g., instalações de fabricação de produtos e artigos como plásticos, estofamentos, têxteis, materiais de embalagem, equipamentos elétricos/eletrônicos, masterbatches, pellets, materiais de poliestireno expandido, tintas, adesivos, etc.);
- (c) Por meio da contaminação de materiais ou do meio ambiente como resultado de acidentes ou vazamentos que podem ocorrer durante a produção, venda, uso, desativação, remoção, transferência ou descarte;
- (d) Por meio da contaminação de materiais durante o manejo e uso de produtos e artigos como recipientes, roupas e em alguns casos equipamentos (respiradores, etc.) que foram contaminados pelo contato com um POP;
- (e) Quando produtos ou artigos consistindo em, contendo ou contaminados por POPs são usados, se tornam fora de especificação, são impróprios para seu uso original ou são banidos, ou quando a licença desses produtos é retirada; ou
- (f) Quando produtos ou artigos consistindo em, contendo ou contaminados por POPs são descartados.

Resíduos POP ocorrem em forma sólida e líquida (aquosa, semi-aquosa, de base solvente e emulsões) e podem ser emitidos como gases (gases efetivos, dispersão líquida ou aerossol, ou adsorção em poluentes atmosféricos). Exemplos desses resíduos são apresentados na tabela 3.

**Tabela 3:** Formas físicas e tipos de resíduos POPs gerados

Forma física dos resíduos	Tipo de resíduo
<b>Líquida</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reserva líquida obsoleta de POPs puros</li> <li>2. Águas residuais industriais</li> <li>3. Águas residuais municipais</li> <li>4. Lixiviado de aterros</li> <li>5. Líquidos industriais (e.g., solvente)</li> <li>6. Produtos domésticos líquidos</li> <li>7. Fluidos líquidos (e.g., óleos para isolamento e fluidos hidráulicos)</li> </ol>
<b>Sólida</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reserva sólida obsoleta de POPs puros</li> <li>2. Agregados de terra, sedimentos, pedra e minérios</li> <li>3. Lama industrial</li> <li>4. Lama municipal</li> <li>5. Resíduos da limpeza de águas residuais (e.g., tratamento com carbono ativado)</li> <li>6. Resíduos de sistemas de controle de poluição do ar (e.g., cinzas volantes)</li> <li>7. Poeira</li> <li>8. Estofamentos, têxteis, carpetes, borracha</li> <li>9. Equipamentos elétricos e eletrônicos</li> <li>10. Recipientes e materiais de embalagem</li> <li>11. Materiais contaminados (e.g., roupas)</li> <li>12. Resíduos triturados e fluff da trituração de veículos</li> <li>13. Plásticos, papéis, metais, madeira</li> <li>14. Materiais de demolição (materiais pintados, pisos com base em resina, selantes, unidades de envidraçamento selado, placas de isolamento)</li> <li>15. Equipamentos de espuma anti-incêndio</li> </ol>
<b>Gas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gases de aterros</li> <li>2. Gás de instalações de incineração</li> <li>3. Gás de instalações de reciclagem</li> <li>4. Gás de alguns processos (industriais)</li> </ol>

No Artigo 6, parágrafo 1, a Convenção de Estocolmo exige que cada parte:

- (a) Desenvolva estratégias adequadas para a identificação de reservas consistindo em ou contendo químicos listados nos Anexos A ou B e produtos e artigos em uso além de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por um químico listados nos Anexos A, B ou C; e
- (b) Identifique, na medida do possível, estoques consistindo em ou contendo químicos listados nos Anexos A ou B com base nas estratégias referidas no subparágrafo (a).

A lista de categorias fonte fornecida no Anexo C da Convenção de Estocolmo pode auxiliar gerenciadores industriais, agências de regulação do governo, e o público geral, na identificação de resíduos POP produzidos não intencionalmente.

## 2. Inventários

Os inventários são uma ferramenta importante para a identificação, quantificação e caracterização de resíduos POP.

Os artigos 5, parágrafo (a), 6 parágrafo 1 (a), e 11, parágrafo 1, da Convenção de Estocolmo, fornecem elementos que contribuem com a identificação de fontes de POPs relacionadas à resíduos. Para o propósito do ESM de resíduos, pode ser necessário um inventário mais específico e completo.

Ao desenvolver um inventário, deve ser dada prioridade à identificação de fluxos de resíduos importantes em termos de volume e concentração de POPs. Os inventários nacionais podem ser utilizados para:

- (a) Estabelecer uma quantidade base de produtos, artigos e resíduos POP;
- (b) Estabelecer um registro de informações para auxiliar nas inspeções de segurança e regulamentação;
- (c) Obter as informações precisas necessárias para a elaboração de planos para a estabilização de instalações;

- (d) Auxiliar na preparação de planos emergenciais de resposta;
- (e) Para acompanhar o progresso rumo a minimização e interrupção dos POPs.

Para maiores informações sobre o desenvolvimento de inventários nacionais, consultar o *Guia Metodológico para o desenvolvimento de inventários de resíduos perigosos e outros resíduos sob a Convenção da Basileia* (UNEP, 2015j). O guia tem como foco as ações recomendadas para o desenvolvimento de sistemas de informação nacionais que produzam as informações necessárias para auxiliar os países no cumprimento com suas obrigações sob a Convenção da Basileia.

Documentos de orientação para a formulação de inventários específicos POP também estão disponíveis (e.g., PCBs, PFOS, e POP-BDEs),<sup>39</sup> além de orientações para o desenvolvimento de inventários de emissão não intencional de POPs (ver *Ferramentas para a Identificação e Quantificação de Emissões de Dioxinas, Furanos e Outros Poluentes Orgânicos Persistentes Não Intencionais sob o Artigo 5 da Convenção de Estocolmo* (UNEP, 2013b)).

Além disso, deve ser ressaltado que o Protocolo de 2003 sobre Registros de Emissão e Transferência de Poluentes da Convenção Sobre Acesso à Informação, Participação Pública na Tomada de Decisões e Acesso à Justiça em Questões Ambientais (Convenção Aarhus) da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE) inclui disposições pertinentes a inventários que podem ser aplicadas a POPs.

## E. Amostragem, análise e monitoramento

A amostragem, análise e monitoramento são atividades importantes no gerenciamento de resíduos POP que permitem que o gerenciador dos resíduos e aqueles que regulam seu gerenciamento identifiquem a concentração de POPs em alguns fluxos de resíduos e selecionem o método de gerenciamento adequado. As atividades também podem ser necessárias para monitorar se os métodos de destruição escolhidos estão operando dentro dos padrões e garantir que os POPs não sejam emitidos no ambiente. O monitoramento e a supervisão servem de elementos para identificação e acompanhamento das preocupações ambientais e riscos à saúde humana. As informações coletadas com os programas de monitoramento são utilizadas por processos de decisão baseados em evidências científicas e servem para avaliar a eficiência das medidas de gerenciamento de riscos, inclusive regulações.

A amostragem, análise e monitoramento devem ser conduzidos por profissionais treinados, de acordo com um programa bem projetado e usando métodos aceitos internacional ou nacionalmente, além de serem realizados usando sempre o mesmo método durante todo o programa. Essas atividades também devem estar sujeitas a garantia de qualidade rigorosa e medidas de controle de qualidade. Erros na amostragem, análise ou monitoramento, ou desvios dos procedimentos operacionais padrão, podem resultar em dados sem valor ou até em dados que prejudiquem o programa.

Cada parte deve identificar suas necessidades de amostragem, análise e monitoramento e garantir a existência de um laboratório capacitado para cumprir com os padrões operacionais exigidos. Treinamentos e protocolos devem ser elaborados para garantir que esses padrões serão cumpridos e que dados de qualidade e resultados significativos sejam obtidos. A capacitação pode ser necessária em alguns países, caso não exista.

Diferentes métodos analíticos podem ser usados dependendo do propósito das atividades de amostragem e monitoramento e da forma física do resíduo. Para maiores informações sobre boas práticas em laboratórios a série da OECD (OECD, vários anos) e o *Manual Sobre Boas Práticas de Laboratório* (WHO, 2009) podem ser consultados; sobre considerações metodológicas gerais, as *Orientações Para um Programa de Monitoração Global de Poluentes Orgânicos Persistentes* (UNEP, 2015a) pode ser utilizado. Maiores informações sobre análise de POPs podem ser obtidas no projeto do UNEP/Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF) sobre necessidade de capacitação para a análise de POPs em [www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm](http://www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm)

### 1. Amostragem<sup>40</sup>

O objetivo geral de qualquer atividade de amostragem é obter uma amostra que possa ser usada para o propósito específico e.g., caracterização de resíduo, cumprimento com padrões regulatórios ou adequação dos métodos de tratamento os descarte propostos. Esse objetivo deve ser identificado antes de a amostragem ser iniciada. É indispensável que exigências de qualidade para equipamentos, transporte e rastreabilidade sejam cumpridas.

Procedimentos de amostragem padronizados devem ser estabelecidos e acordados antes do início da campanha de amostragem (tanto em matriz- quando POP- específica). Elementos desses procedimentos incluem:

<sup>39</sup> Esboços de documentos de orientação para o inventário desses POPs específicos estão disponíveis e podem ser consultados em: <http://chm.pops.int/Implementation/BATandBEP/Guidance/tabid/3636/Default.aspx> e <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/tabid/2882/Default.aspx>.

<sup>40</sup> Maiores informações sobre amostragem estão disponíveis em *RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance* (Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA), 2002, e Nordtest method).

- (a) O número de amostras a serem tiradas, a frequência da amostragem, a duração do projeto de amostragem e uma descrição do método de amostragem (incluindo procedimentos de garantia de qualidade utilizados, e.g., brancos de campo e cadeia de custódia);
- (b) Seleção de localização ou áreas e horário de retirada da amostra (incluindo descrição e localização geográfica);
- (c) Identidade da pessoa que tirou a amostra e as condições durante a amostra;
- (d) Descrição completa das características da amostra – rótulo;
- (e) Preservação da integridade das amostras durante transporte e armazenamento (anterior a análise);
- (f) Cooperação íntima entre o amostrador e o laboratório de análise; e
- (g) Equipe de amostragem adequadamente treinada.

A amostragem deve cumprir com a legislação nacional específica, caso exista, ou com regulamentações e padrões internacionais. Em países onde não exista regulamentação, uma equipe qualificada deve ser nomeada.

Procedimentos de amostragem incluem os seguintes:

- (a) Desenvolvimento de um procedimento operacional padrão (SOP) para amostragem de cada uma das matrizes para análise de POPs subsequente;
- (b) Aplicação de procedimentos de amostragem bem estabelecidos como os desenvolvidos pela ISO, a Sociedade Americana para o Teste de Materiais (ASTM), A União Europeia, A Agência Norte Americana de Proteção ao Meio Ambiente (EPA), O Sistema Global de Monitoramento do Meio Ambiente (GEMS), e o Comitê Europeu para a Padronização Eletrotécnica (CENELEC) (Ver Padrão de coleta, logística e tratamento para WEEE [Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos] – Parte 1: Exigências Gerais de Tratamento, em particular as especificações para despoluição).
- (c) Estabelecimento de procedimentos de controle e garantia de qualidade (QA/QC).

Todas essas etapas devem ser seguidas para que um programa de amostragem seja bem-sucedido. Similarmente, a documentação deve ser completa e rigorosa.

Os tipos de matrizes de resíduos tipicamente amostradas para POPs incluem sólidos, líquidos e gases:

- (a) Líquidos:
  - (i) Lixiviado de aterros;
  - (ii) Líquido coletado de derramamentos;
  - (iii) Água (água superficial, água potável e efluentes industriais ou municipais).
- (b) Sólidos:
  - (i) Estoques, produtos e formulações consistindo em, contendo ou contaminadas por POPs;
  - (ii) Sólidos de fontes industriais e processos de tratamento e descarte (cinzas volantes, cinzas de fundo, lama, resíduos de reação, outros resíduos, roupas, etc.);
  - (iii) Recipientes, equipamentos ou outros materiais de embalagem (amostras de enxágue e limpeza), incluindo os lenços ou tecido usado na coleta de amostras de toalhas;
  - (iv) Solo, sedimentos, entulhos e adubos;
  - (v) Produtos e artigos de consumo.
- (c) Gases:
  - (i) Ar (interior);
  - (ii) Ar (emissões).

## 2. Análise

Tipicamente, a análise de POPs é feita em um laboratório exclusivo. Em algumas situações, por exemplo em áreas remotas, testes em campo podem ser conduzidos via utilização de kits de teste destinados para o propósito de triagem de campo.

Para a análise em laboratórios, existem vários métodos analíticos disponíveis, apesar de ainda estarem sendo desenvolvidos métodos analíticos para alguns POPs. Portanto, as partes devem verificar a disponibilidade e o custo dos métodos para o POP que buscam monitorar antes de desenvolver seus programas de monitoramento e amostragem. Métodos de análise para várias matrizes de POPs foram desenvolvidos pelo ISO, o Comitê Europeu de Padronização (CEN), EPA, AOAC e ASTM. A maioria dos métodos internos são variações desses métodos, e esses métodos internos também são aceitáveis após validação.

A identificação de um POP pode ser uma tarefa difícil, particularmente quando o POP consiste em vários congêneres ou até mesmo isômeros.

Uma abordagem escalonada de análise (com o propósito de identificar e quantificar um POP) é recomendada; essa abordagem começaria com etapas simples e somente após envolveria métodos mais sofisticados. O primeiro passo é identificar resíduos que podem conter POPs para reduzir o número de amostras (e subsequentemente as quantidades de resíduos a serem descartados). Os métodos de triagem são especialmente importantes em situações onde decisões devem ser tomadas com rapidez, ou onde existe capacidade limitada, e também para redução de custos. Em geral, existem três etapas, que incluem (em sequência):

- (a) Triagem grossa de presença de halogênios contidos em POPs; são esses o cloro (Cl), bromo (Br) ou flúor (F). O propósito dessa etapa é identificar a partir de uma grande quantidade de amostras, aquelas que contém cloro, bromo ou flúor. Instrumentos manuais estão disponíveis para identificar esses halogênios sem “destruir” a amostra; e.g., o raio-X fluorescente tem a vantagem de ser não-destrutivo, multi-elementos, rápido e custo-eficiente. O raio-X fluorescente é aplicável em uma variedade de concentrações, de 100 por cento até frações de milhão (ppm); sua principal desvantagem é que as análises são geralmente restritas a elementos mais pesados que flúor (Br, Cl) não sendo possível detectar uma substância específica.
- (b) Métodos de triagem biológica ou química (aplicados caso a amostra seja positiva sob a etapa 1): Kits de testes ou métodos de detecção simples com instrumentos menos dispendiosos estão disponíveis para maior redução do número de amostras que podem conter POPs listados sob a Convenção de Estocolmo. A determinação do cloro orgânico com os kits de teste DEXSIL<sup>41</sup> ou o L2000 analyzer<sup>42</sup> é bem estabelecida, já que ambos os métodos são capazes de analisar POPs em amostras de óleo ou terra. Métodos bioanalíticos, como CALUX,<sup>43</sup> são reconhecidos para a detecção de equivalentes tóxicos semelhantes a dioxinas. Além disso, métodos de extração rápida e utilização de colunas curtas GC e o detector simples podem ser usados para identificação de POPs clorados.
- (c) O último passo é a confirmação da análise química, que é tipicamente exigida para todas as amostras que resultarem como positivas sob a etapa 2. Essa análise é feita em laboratórios químicos, que são frequentemente especializados em um certo grupo de POPs (e.g., POPs pesticidas, POPs semelhantes a dioxinas, POPs retardadores de chamas bromados, PFOS) e especializados em uma certa matriz. Métodos analíticos químicos confirmatórios desenvolvidos por organizações nacionais e internacionais incluem:
  - (i) Para POPs pesticidas e PCBs: cromatografia de gás capilar (GC) + (detector de captura de elétrons (ECD), espectrometria de massa (MS), ou espectrometria de massa tandem (MS/MS));
  - (ii) Para POP-BDEs, POPs semelhantes a dioxinas: GC capilar +MS (para semelhantes a dioxinas é preferível alta resolução);
  - (iii) Para PFOS cromatografia líquida (LC) + (MS/MS);
  - (iv) Para HBCD: GC/MS, LC-MS e HPLC-MS. O GC-FID (detector de ionização de chama) usando uma referência HBCD também está disponível para a identificação e quantificação de HBCD.

É importante que as etapas descritas nas subseções (a) e (b) do parágrafo 96 acima não gerem falsos negativos e que qualquer método cumpra com o nível de interesse para a análise.

---

<sup>41</sup> Informações podem ser encontradas em: kits de teste DEXSIL: <http://www.dexsil.com/products/>.

<sup>42</sup> L2000 Analyzer [http://www.dexsil.com/products/detail.php?product\\_id=13](http://www.dexsil.com/products/detail.php?product_id=13).

<sup>43</sup> CALUX: <http://www.crl-freiburg.eu/dioxin/bioanalytical.html>.

A análise se refere à extração, purificação, separação, identificação, quantificação e divulgação de concentrações POPs na matriz de interesse. Para obter resultados significativos e aceitáveis, o laboratório analítico deve ter a infraestrutura necessária e experiência comprovada com a matriz e o POP (e.g., participação bem-sucedida em avaliações internacionais de intercalibração). O reconhecimento do laboratório de acordo com o ISO 17025 ou outros padrões de órgãos independentes é importante. Critérios indispensáveis para a obtenção de resultados de alta qualidade incluem:

- (a) Especificação da técnica analítica usada;
- (b) Manutenção do equipamento analítico;
- (c) Validação de todos os métodos usados (incluindo métodos internos); e
- (d) Treinamento da equipe do laboratório.

Tipicamente, a análise de POPs é realizada em um laboratório exclusivo. Para situações específicas, existem kits de teste disponíveis que podem ser usados no campo para propósitos de triagem.

Para a análise de POPs em laboratório, não existe um método analítico único. Os métodos de análise das várias matrizes de POPs foram desenvolvidos pelo ISO, o Comitê Europeu de Padronização (CEN), EPA, AOAC e ASTM. A maioria dos métodos internos são variações desses métodos, e esses métodos internos também são aceitáveis após validação.

Além disso, devem ser estabelecidos procedimentos e critérios de aceitação para o manejo e preparo da amostra no laboratório, e.g., homogeneização, deveria ser estabelecido.

As etapas individuais na determinação analítica incluem:

- (a) Extração, e.g., via Soxhlet, extração solvente pressurizada, líquido-líquido, etc.;
- (b) Purificação, e.g., via cromatografia de coluna ou com Florisil. A purificação deve ser eficiente o suficiente para que a retenção cromatográfica não seja influenciada pela matriz;
- (c) Separação por cromatografia de gás capilar (HRGC), que fornecerá a separação suficiente de substâncias a analisar;
- (d) Identificação via detectores adequados como ECD ou seleção de massa, via espectrometria de massa de baixa resolução (LRMS) ou espectrometria de massa de alta resolução (HRMS);
- (e) Quantificação de acordo com metodologias internas padronizadas (para referência ver UNEP, 2015d e UNEP, 2006b); e
- (f) Divulgação de acordo com regulamentações;

### 3. Monitoramento

No Artigo 10 (“Cooperação Internacional”), parágrafo 2 (b), a Convenção da Basileia exige que as partes “cooperem na monitoração dos efeitos do gerenciamento de resíduos perigosos para a saúde humana e o meio ambiente”. No Artigo 11, parágrafo 1, a Convenção de Estocolmo exige que as partes - dentro de suas capacidades e a nível nacional e internacional - encorajem e/ou realizem monitoramento adequado com relação aos POPs.

Programas de monitoramento devem ser implementados para instalações que gerenciam resíduos POP, conforme indiquem a operação de gerenciamento de resíduos perigosos de acordo com seu design e com regulamentações ambientais.

Em programas de monitoramento ambiental e humano, tanto matrizes bióticas quanto abióticas podem ser incluídas:

- (a) Materiais de plantas e comidas;
- (b) Leite materno ou sangue humano;
- (c) Ar (ambiente, depósitos secos ou molhados como neve, gelo, poeira);
- (d) Água

As informações do programa de monitoramento devem ser usadas para:

- (a) Detectar quaisquer emissões ou mudanças de qualidade do ambiente em volta;
- (b) Garantir que diferentes tipos de resíduos perigosos sejam gerenciados de forma adequada pela operação de gerenciamento de resíduos; e
- (c) Identificar problemas potenciais relacionados a possíveis emissões ou exposição e determinar que ajustes a abordagem de gerenciamento podem ser adequados.

Ao implementar um programa de monitoramento, governos, reguladores, municípios e gerentes de instalações de reciclagem e tratamento podem identificar problemas e tomar as medidas adequadas para remediá-los. Maiores informações sobre monitoramento podem ser encontradas nos seguintes documentos: Monitoramento e pesquisa sob o Plano de Gerenciamento de Químicos (Governo do Canadá, 2011; Meio Ambiente Canadense, 2011); Princípios

gerais do monitoramento (Comissão Europeia, 2003); Orientações Para um Programa de Monitoração Global de Poluentes Orgânicos Persistentes (UNEP, 2015a); Ministério do Desenvolvimento do Japão, 2013a; e Banco de Dados de Dioxinas da Federação Germânica/Länder (Agência Federal do Meio Ambiente Alemã Dessau-Roßlau, 2014).

## F. Manejo, coleta, embalagem, rotulagem, transporte e armazenamento

Manejo, coleta, embalagem, rotulagem, transporte e armazenamento são etapas importantes já que o risco de derramamento, vazamento ou fogo pode ser tão alto quanto em outros estágios da vida útil de um POP.

Considerações e disposições únicas aos fluxos de resíduos POP são apresentadas nas orientações técnicas POP conforme adequado. Uma abordagem sob medida para certos fluxos POP (e.g., artigos e produtos que se tornaram resíduos) é desejada considerando suas várias fontes, tipos de resíduos, volumes e concentrações POP. Isso permite que os tomadores de decisões considerem os riscos que vários fluxos de resíduos podem representar em diferentes estágios de seu gerenciamento, e as ações adequadas que podem ser necessárias na prevenção, eliminação ou minimização do seu impacto no ambiente. As melhores práticas de gerenciamento estão, em alguns casos, nos estágios iniciais de desenvolvimento ou documentação.

Quando adequado, procedimentos e processos de gerenciamento de resíduos perigosos devem ser considerados para o manejo, coleta, embalagem, rotulagem, transporte e armazenamento de resíduos com conteúdo POP acima dos conteúdos baixos de POP referidos na seção II.A para prevenção de derramamentos e vazamentos que resultem na exposição de trabalhadores, emissões ao meio ambiente ou exposição da comunidade.

Informações relevantes sobre as características perigosas e os riscos dos resíduos POP devem ser coletadas e analisadas para o planejamento do manejo adequado desses resíduos, por exemplo através da consulta e seguimento de instruções fornecidas sobre os químicos neles contidos e em fichas de segurança. Para a rotulagem e a embalagem, o Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulação de Químicos (GHS) das Nações Unidas, deve ser considerado.

Para o transporte e movimentos transfronteiriços de resíduos POP que cumprem com os critérios de resíduos perigosos, os seguintes documentos devem ser consultados para determinação de exigências específicas:

- (a) Manual de Implementação da Convenção da Basileia (UNEP, 2015h);
- (b) Código Marítimo Internacional para Bens Perigosos (IMO, 2002);
- (c) Instruções Técnicas para o Transporte de Resíduos Perigosos pelo Ar da Organização Civil Internacional da Aviação (ICAO); e
- (d) As Regulamentações Modelo de Recomendações para o Transporte de Bens Perigosos, das Nações Unidas.<sup>44</sup>

Para as seguintes sessões (1-6), informações detalhadas podem ser obtidas em *Tecnologias de Destruição e Descontaminação de PCBs e outros POPs sob a Convenção da Basileia: Um manual de treinamento para gerenciadores de projetos envolvendo resíduos perigosos* (UNEP, 2002a).

### 1. Manejo<sup>45</sup>

As principais preocupações no manejo de resíduos POP são a exposição humana, emissões acidentais ao meio ambiente e a contaminação de outros fluxos de resíduos com POPs. Resíduos POP devem ser manejados de forma separada dos outros tipos de resíduos para prevenir a contaminação de outros fluxos de resíduos. O gerenciamento de fluxos de resíduos líquidos, especialmente, e outros fluxos de resíduos conforme adequado deve incluir as seguintes práticas recomendadas:

- (a) Inspeção de recipientes buscando vazamentos, buracos, ferrugem ou alta temperatura, e reembalagem e rerotulagem conforme necessário;
- (b) Manejo de resíduos a temperaturas menores que 25°C, caso possível, devido à volatilidade aumentada a temperaturas maiores;
- (c) Garantia que as medidas de contenção de derramamentos sejam adequadas e contenham resíduos líquidos em caso de derramamento;
- (d) Colocar folhas plásticas ou tapetes absorventes debaixo dos recipientes antes de sua abertura caso a superfície da área de contenção não esteja revestida com um material liso de superfície (tinta, uretano, epóxi);

<sup>44</sup> European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR); European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN); Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID).

<sup>45</sup> Examples of guidelines on the safe handling of hazardous materials and accident prevention include those prepared by the International Labour Organization (ILO, 1999a and 1999b) and OECD (OECD, 2003).

- (e) Remoção de resíduos líquidos pela remoção do tampão do dreno ou via bombeamento com uma bomba peristáltica e tubos adequados resistentes à químicos;
- (f) Utilização de bombas, tubos e barris exclusivos, que não sejam usados para nenhum outro propósito, na transferência de resíduos líquidos;
- (g) Limpar quaisquer derramamentos com tecidos, toalhas de papel ou absorvente;
- (h) Enxágue triplo de superfícies contaminadas com um solvente;
- (i) Tratar todos os absorventes e solventes do enxágue triplo, tecidos protetores descartáveis e plásticos como resíduos contendo ou contaminados por POPs conforme adequado; e
- (j) Treinar a equipe em métodos corretos de manejo de resíduos POP

## 2. Coleta

Apesar de indústrias grandes serem responsáveis pelo gerenciamento adequado de resíduos POP gerados por elas, várias entidades menores também produzem esses resíduos. Os resíduos POP produzidos por entidades menores podem incluir recipientes de pesticidas domésticos ou comerciais, balastros de luz fluorescente PCB, pequenos recipientes de preservativos de madeira com base em pentaclorofenol com contaminação de PCDD e PCDF, pequenas quantidades de POPs “puros” em laboratórios e instalações de pesquisa, e sementes revestidas por pesticidas usadas em contextos agrícolas e de pesquisa. Para lidar com essa variedade de resíduos perigosos espalhados, vários governos estabeleceram depósitos onde pequenas quantidades desses resíduos podem ser armazenadas pelos donos sem custo adicional ou por uma taxa nominal. Esses depósitos podem ser permanentes ou temporários, ou podem ser localizados em estações de transferência de resíduos perigosos comerciais. Depósitos de coleta de resíduos e estações de transferência podem ser estabelecidos de forma regional por grupos de países ou fornecidos por uma terceira parte à um país em desenvolvimento.

Deve se prestar atenção nas seguintes características ao estabelecer e operar programas de coleta de resíduos, e estações de depósito e transferência:

- (a) A divulgação do programa, localização de depósitos e períodos de coleta para todas as partes interessadas;
  - (b) Operação de programas de coleta durante tempo suficiente para a coleta completa de todos os resíduos POP potenciais;<sup>46</sup>
  - (c) A inclusão, conforme possível, de todos os resíduos POP no programa;
  - (d) A fabricação de recipientes aceitáveis e materiais de transporte seguros a serem disponibilizados para os donos dos resíduos para aqueles materiais que podem necessitar de embalagem para que seja seguro para transporte;
  - (e) Estabelecer mecanismos simples e de baixo custo para a coleta;
  - (f) Garantir a segurança tanto daqueles entregando os resíduos quanto para os trabalhadores dos depósitos;
  - (g) Garantir que os operadores do depósito estejam utilizando um método de descarte adequado;
  - (h) Garantir que o programa e as instalações cumpram com todas as exigências aplicáveis da legislação vigente;
- e
- (i) Garantir a separação de resíduos POP de outros fluxos de resíduos.

## 3. Embalagem

Resíduos POP, que sejam perigosos ou não, devem ser embalados de forma adequada para facilitação do transporte e como medida de segurança para a redução do risco de vazamentos ou derrames.

A embalagem de resíduos perigosos cai em duas categorias: embalagem para transporte e embalagem para armazenamento. A embalagem para transporte costuma ser controlada por legislações nacionais. Para especificações de empacotamento para transporte, o leitor deve consultar os materiais de referência publicados por IATA, IMO, UNECE, GHS e pelos governos nacionais.

Alguns preceitos gerais para o empacotamento de resíduos POP são:

- (a) Embalagem que seja aceitável para transporte é, na maioria dos casos, adequada para armazenamento, a menos que sejam especificadas exigências mais rigorosas para o armazenamento;

<sup>46</sup>A coleta completa pode exigir que os depósitos operem ou continua ou intermitentemente durante vários anos.

- (b) Resíduos em seus recipientes originais são geralmente seguros para transporte caso a embalagem esteja em boas condições;
- (c) Resíduos POP nunca devem ser armazenados em recipientes de produtos que não foram fabricados para conter tais resíduos ou que possuem rótulos que identificam seu conteúdo de forma incorreta;
- (d) Resíduos que estejam se deteriorando ou que sejam considerados inseguros devem ser esvaziados ou colocados dentro de uma embalagem externa segura (*overpack*). Caso recipientes inseguros sejam esvaziados, o conteúdo deve ser colocado em recipientes adequados ou novos ou remodelados. Recipientes novos ou remodelados devem ser rotulados de forma clara com relação ao seu conteúdo;
- (e) Recipientes menores podem ser embalados de forma conjunta ao serem colocados em recipientes maiores adequados ou aprovados que contenham material absorvente;
- (f) Equipamentos não operantes que contenham POPs podem ou não constituir embalagem adequada para armazenamento. A determinação de sua segurança deve ser feita caso a caso.

#### 4. Rotulagem<sup>47</sup>

A rotulagem de produtos contendo POPs pode ser uma medida necessária para o gerenciamento eficiente dos produtos quando se tornam resíduos.

A rotulagem de recipientes de resíduos POP é uma medida de segurança básica e importante para o sucesso de qualquer sistema de gerenciamento de resíduos. Cada recipiente de resíduo deve ser rotulado para identifica-lo (e.g., número de ID) e identificar o POP presente e o nível de periculosidade.

#### 5. Transporte

Resíduos POP devem ser transportados de forma ambientalmente segura para evitar derrames acidentais e para o rastreamento adequado de seu transporte e destino final. Previamente ao transporte, planos de contingência devem ser preparados para minimização de impactos ambientais associados à derrames, incêndios e outras emergências que podem ocorrer durante o transporte. Durante o transporte, esses resíduos devem ser identificados, empacotados e transportados de acordo com as Recomendações das Nações Unidas sobre o Transporte de Bens Perigosos (Regulamentações Modelo) (Livro Laranja)<sup>77</sup>. Pessoas transportando esses resíduos devem ser qualificadas e certificadas como transportadores de materiais e resíduos perigosos.

O transporte de bens e resíduos perigosos é regulado na maioria dos países e o movimento transfronteiriço de resíduos é controlado, especificamente pela Convenção da Basileia.

Companhias transportando resíduos dentro de seus próprios países devem ser certificadas como transportadoras de materiais e resíduos perigosos, e seu pessoal deve ser qualificado.

Orientação sobre o transporte seguro de materiais perigosos pode ser obtida no IATA, IMO, UNECE e ICAO.

#### 6. Armazenamento<sup>48</sup>

De acordo com o Anexo IV, seções A e B, da Convenção da Basileia, o armazenamento (operações D5 e R13) é uma operação temporária que precede outras operações de descarte. Resíduos POP, após serem embalados adequadamente (ver a subseção IV.F.3 sobre empacotamento) devem ser armazenados em segurança, de preferência longe de áreas que contenham água potável, e em áreas exclusivas longe de outros materiais e resíduos. No entanto, eles podem ser armazenados juntamente com outros resíduos caso sejam destinados para operação de descarte similar, conforme listado na sessão IV.G. Áreas de armazenamento devem ser projetadas para prevenir a emissão de POPs ao ambiente por qualquer meio. Salas de armazenamento, áreas e prédios devem ser projetados por profissionais com experiência nas áreas de design de estruturas, gerenciamento de resíduos e saúde e segurança ocupacionais ou podem ser adquiridos de forma pré-fabricada de fornecedores reconhecidos, conforme aprovado pelas autoridades competentes.

---

<sup>47</sup> Padrões internacionais foram desenvolvidos para a rotulagem e identificação adequada de resíduos. Orientações sobre a rotulagem e identificação adequada de materiais perigosos foram produzidas pela UNECE (2003b). Ver também FAO, 2001; UNEP, 2015h; e UNEP, UNIDO et al, 2012.

<sup>48</sup> Maiores informações podem ser encontradas em Armazenamento de Materiais Perigosos: Um Guia Técnico para Armazenamento Seguro de Materiais Perigosos (UNEP, 1993) e no Manual de Armazenamento e Controle de Estoque de Pesticidas (FAO, 1996). Para referências completas, ver o anexo III (bibliografia) abaixo.

Quando necessário, os resíduos POP devem ser separados na fonte para garantir arranjos de coleta adequados, incluindo o uso de tanques de coleta, considerando suas características perigosas e o risco de exposição que eles representam.

Alguns princípios básicos do armazenamento seguro de resíduos POP são:

- (a) Áreas de armazenamento dentro de prédios multiuso devem ser em uma sala exclusiva trancada ou em um compartimento que não fique em uma área muito utilizada;
- (b) Construções ou recipientes de armazenamento externos (recipientes de envio são frequentemente usados para armazenamento) devem ser guardados em um recinto trancável e cercado;
- (c) Áreas de armazenamento, salas ou construções separadas podem ser necessárias para cada tipo de resíduo POP, a menos que aprovação específica tenha sido concedida para armazenamento conjunto;
- (d) Esses resíduos não devem ser armazenados em ou próximo a áreas sensíveis como hospitais ou outras dependências médicas, escolas, residências, instalações de processamento ou armazenamento de comida, instalações de armazenamento ou processamento de comida de animais, operações agrícolas, ou instalações localizadas próximas ou dentro de áreas ambientalmente sensíveis;
- (e) Salas, construções ou recipientes devem ser localizados e mantidos em condições que minimizem a volatilização, incluindo temperaturas, telhados e tapumes reflexivos, localização na sombra, etc. Quando possível, em particular em climas quentes, salas e prédios de armazenamento devem ser mantidos sob pressão negativa com gases de exaustão ventilados via filtros de carbono, considerando as seguintes condições:
  - i. A ventilação de uma instalação com filtração de carbono para os gases de exaustão pode ser adequada quando a exposição daqueles que trabalham na instalação ou moram e trabalham nas proximidades é uma preocupação;
  - ii. Selar e ventilar uma instalação para que apenas gases de exaustão bem filtrados sejam emitidos ao ambiente pode ser adequado quando as preocupações ambientais são grandes;
- (f) Construções ou recipientes exclusivos devem estar em boas condições e serem feitos de plástico rígido ou metal, não madeira, placas de fibra, *drywall*, gesso ou isolamento;
- (g) As partes de cima de construções ou recipientes exclusivos e as áreas em volta devem ser inclinadas para promover a drenagem;
- (h) Construções ou recipientes devem estar sobre asfalto, concreto ou lençóis plásticos duráveis (e.g., 6mm). Concreto deveria ser revestido com um polímero epóxi durável;
- (i) Instalações de armazenamento devem ter alarmes de incêndio;
- (j) Instalações de armazenamento devem estar equipadas com sistemas de alarme de incêndio;
- (k) Instalações de armazenamento dentro de construções devem ter sistemas (preferencialmente não aquosos) de supressão de fogo. Caso o supressor de fogo seja água, o piso da sala de armazenamento deve ser estanque e o sistema de drenagem do piso não deve levar às redes de esgoto ou de águas pluviais, tampouco diretamente a água superficial, devendo ter seu próprio sistema de coleta, como um reservatório;
- (l) Resíduos líquidos devem ser colocados em bandejas de contenção ou em áreas controladas e a prova de vazamento. O volume da contenção de líquido deve ser ao menos 125 por cento do volume dos resíduos líquidos, considerando o espaço ocupado por itens armazenados na área de contenção;
- (m) Sólidos contaminados devem ser armazenados em recipientes selados como barris ou baldes, contêineres de resíduos feitos de aço ou em bandejas ou recipientes construídos especialmente. Grandes volumes de material podem ser armazenados de forma conjunta em contêineres de envio, construções ou cofres exclusivos, contanto que estes cumpram com as exigências de segurança aqui descritas;
- (n) Um inventário completo desses resíduos na área de armazenamento deve ser criado e atualizado conforme os resíduos são adicionados ou descartados;
- (o) A parte externa da área de armazenamento deve ser rotulada como área de armazenamento de resíduos;
- (p) A área deve ser sujeita a inspeções de rotina que investiguem vazamentos, degradação dos materiais dos recipientes, vandalismo, integridade dos alarmes de incêndio e sistemas de supressão de fogo e status geral da instalação.

## **G. Gerenciamento ambientalmente seguro**

### **1. Pré-tratamento**

Essa seção apresenta algumas das operações de pré-tratamento que podem ser exigidas para a operação adequada e segura das tecnologias de descarte descritas nas subseções 2 e 3 abaixo. Existem outras operações de pré-tratamento que podem ser aplicadas. Operações de pré-tratamento anteriores ao descarte de acordo com as subseções IV.G.2 e IV.G.3 devem ser realizadas apenas se os POPs que forem isolados dos resíduos durante o pré-tratamento forem subsequentemente descartados de acordo com a subseção IV.G.2. Quando apenas uma parte de um produto ou resíduo, como resíduos de equipamentos, contém ou está contaminada por POPs, ela deve ser separada e descartada conforme especificado nas subseções IV.G.1-4, conforme adequado.

#### **(a) Adsorção e absorção**

“Sorção” é o termo geral para processos tanto de absorção quanto de adsorção. Sorção é um método de pré-tratamento no qual os sólidos são usados para remover substâncias de líquidos ou gases. A Adsorção envolve a separação de uma substância (líquido, óleo, gás) de uma fase e sua acumulação na superfície de outra (carvão ativado, zeólito, sílica, etc.). A absorção é o processo onde um material é transferido de uma fase para outra interpenetrando na segunda fase; por exemplo, quando contaminantes são transferidos da fase líquida para carvão ativado granular (GAC). O GAC é amplamente aplicado na remoção de contaminantes orgânicos nas águas residuais devido a sua eficiência, versatilidade e custo relativamente baixo.

Os processos de adsorção e absorção podem ser usados para extrair contaminantes de resíduos aquosos e de fluxos de gás. O concentrado e o adsorvente ou absorvente podem exigir tratamento anterior ao descarte.

#### **(b) Mescla (*Blending*)**

A mescla de resíduos para criar uma matéria prima homogênea anterior ao seu tratamento pode ser adequada para permitir o tratamento ou otimiza-lo. No entanto, a mescla de resíduos com conteúdo POP, acima do conteúdo baixo de POP definido, com outros materiais com o objetivo de gerar uma mistura com conteúdo POP no limite ou abaixo do conteúdo baixo de POP não é ambientalmente segura.

#### **(c) Dessorção**

A dessorção inclui tanto sua modalidade química quanto térmica. A dessorção térmica (e.g., por meio de reciclagem térmica a vácuo ou reutilização de um reator com leito toroidal ou um pré-aquecedor líquido) é uma tecnologia que usa calor para aumentar a volatilidade de contaminantes que podem ser removidos (separados) de uma matriz sólida (tipicamente terra, lama ou bolo de filtro). A dessorção térmica a baixa temperatura (LTTD), também conhecida como volatilização térmica de baixa temperatura, decapagem térmica e torrefação (ustulação) de terras, é uma tecnologia de remediação ex-situ na qual o calor é usado para separar fisicamente compostos e elementos voláteis e semi voláteis (comumente hidrocarbonetos leves de petróleo) de meios contaminados (comumente terra de escavação). Esses processos foram usados para a descontaminação de superfícies não porosas de equipamentos elétricos, como carcaças de transformadores que anteriormente continham fluidos dielétricos contendo PCB, ou lâmpadas fluorescentes contendo mercúrio. A dessorção térmica de resíduos POP pode resultar na formação não intencional de POPs que pode exigir tratamento adicional de resíduos tratados ou efluente gasoso emitido.

#### **(d) Desidratação**

A desidratação é um processo pré-tratamento no qual a água é parcialmente removida dos resíduos a serem tratados. A desidratação pode ser empregada para tecnologias de descarte que não são adequadas para resíduos aquosos. Por exemplo, a água irá reagir de forma explosiva com sais ou sódio fundidos. Dependendo da natureza do contaminante, os vapores resultantes podem exigir condensação ou depuração e tratamento adicional.

#### **(e) Desmantelamento/desmontagem**

O dismantelamento ou a desmontagem é um pré-tratamento no qual equipamentos, componentes ou montagens são desmontados em materiais separados para aumentar as opções de reuso, remodelagem, reciclagem, recuperação e descarte final.

#### **(f) Secagem**

A secagem é um pré-tratamento que remove água ou solvente via separação de resíduos sólidos, semi-sólidos ou líquidos. Em geral, um fluxo gasoso, e.g., ar, aplica o calor por convecção e retira o vapor em forma de umidade. O secagem a vácuo também pode ser usada quando o calor é fornecido via condução ou radiação (ou micro-ondas), enquanto o vapor produzido pode ser removido com um sistema a vácuo.

**(g) Separação mecânica**

A separação mecânica pode ser usada para remover escombros de tamanhos maiores do fluxo de resíduos ou em tecnologias que podem não ser viáveis para resíduos sólidos e terrosos.

**(h) Filtração por membrana**

A filtração por membrana é uma separação por meio de um filme fino de dois ou mais componentes em um líquido e é usada como uma opção para o tratamento de águas residuais convencionais. É um processo de separação conduzido via vácuo ou pressão no qual os contaminantes podem ser rejeitados por uma barreira projetada, primeiramente através de um mecanismo de exclusão de tamanho. Classificações diferentes de tratamento de membrana aplicáveis a POPs incluem nanofiltração e osmose reversa.

**(i) Mistura**

A mistura de materiais, sem mescla, anterior ao tratamento de resíduos pode ser adequada para permitir o tratamento ou otimiza-lo. No entanto, a mistura de resíduos com conteúdo POP acima do conteúdo baixo de POP definido com outros materiais com o objetivo de gerar uma mistura com conteúdo POP no limite ou abaixo do conteúdo baixo de POP não é ambientalmente segura.

**(j) Separação óleo-água**

Algumas tecnologias de tratamento não são adequadas para resíduos aquosos, enquanto outras não são adequadas para resíduos oleosos. A separação óleo-água pode ser empregada nesses casos para separar a fase oleosa da água. Tanto a fase aquosa quanto a oleosa podem estar contaminadas após a separação e podem exigir tratamento.

**(k) Ajuste do pH**

Algumas tecnologias de tratamento são mais eficientes em uma escala de pH específica e nessas situações o alcalino, ácido ou CO<sub>2</sub> são comumente usados para controlar os valores do pH. Algumas tecnologias também podem exigir o ajuste de pH como etapa de pós-tratamento.

**(l) Redução de tamanho**

Algumas tecnologias podem ser usadas para processar resíduos apenas dentro de um tamanho limite. Por exemplo, algumas tecnologias podem ser usadas para manejar resíduos sólidos contaminados por POPs apenas se eles tiverem menos de 200 mm de diâmetro. A redução do tamanho pode ser usada nessas situações para reduzir os componentes de resíduos a um diâmetro definido. A redução de tamanho pode incluir trituração, corte e esmagamento. Outras tecnologias de descarte exigem que pastas sejam preparadas anteriormente à injeção no reator principal. Deve ser ressaltado que instalações podem se tornar contaminadas ao reduzir o tamanho de resíduos POP. Portanto, precauções devem ser tomadas para prevenir contaminação subsequente de fluxos de resíduos livres de POP.

**(m) Lavagem com solvente**

A lavagem com solvente pode ser usada para remover POPs de equipamentos elétricos como capacitores e transformadores. Essa tecnologia também foi usada para o tratamento de terra contaminada e materiais de sorção usados no pré-tratamento via adsorção ou absorção.

**(n) Estabilização e solidificação**

A estabilização e a solidificação devem ser usadas em conjunto para serem ambientalmente seguras. A estabilização de resíduos se refere à conversão química dos constituintes perigosos no resíduo em materiais menos solúveis, móveis ou tóxicos. A solidificação de resíduos se refere a mudanças nas propriedades físicas do resíduo para aumentar sua resistência à compressão, diminuir sua permeabilidade e encapsular seus constituintes perigosos. Vários fluxos de resíduos exigem pré-tratamento ou aditivos especiais anteriormente à estabilização e solidificação. Testes de aplicabilidade e durabilidade anteriores à estabilização e solidificação são aconselháveis.

**(o) Vaporização**

A conversão de substâncias líquidas ou sólidas em um estado gasoso anteriormente ao tratamento de resíduos pode ser adequada para permitir ou otimizar o tratamento.

**(p) Redução de volume**

A redução de volume de resíduos via compressão ou compactação para torna-los mais condensados pode ser adequada para facilitar o manejo, transporte, armazenamento ou descarte.

## 2. Métodos de destruição e transformação irreversível

As seguintes operações de descarte, conforme fornecidas no anexo IV, seções A e B, da Convenção da Basileia, devem ser permitidas para o propósito de destruir ou transformar irreversivelmente o conteúdo POP em resíduos quando aplicadas de forma a garantir que os resíduos e emissões restantes não exibam características de POPs:

- (a) D9: Tratamento físico-químico;
- (b) D10: Incineração em terra;
- (c) R1: Uso como combustível (sem ser em incineração direta) ou outros meios de geração de energia; e
- (d) R4: Reciclagem/recuperação de metais e compostos de metais, porém restritas a atividades de metalurgia primária e secundária conforme descrito em (k) abaixo.

POPs que são isolados de um fluxo de resíduos durante o pré-tratamento devem ser subsequentemente descartados de acordo com as operações D9 e D10.

As subseções (a) a (k) abaixo descrevem operações comercialmente disponíveis para a destruição e transformação irreversível ambientalmente seguras do conteúdo POP em resíduos que são capazes de atingir os níveis de destruição e transformação irreversível referidos na seção III.B.<sup>49</sup> A Tabela 4 abaixo fornece um resumo dessas operações. Deve ser notado que a legislação nacional pertinente se aplica a essas operações e que as operações devem ser usadas de acordo com os padrões BAT e BEP desenvolvidos sob a Convenção de Estocolmo, conforme apresentados nas *Orientações sobre melhores técnicas disponíveis e diretrizes temporárias sobre melhores práticas ambientais relevantes ao Artigo 5 e Anexo C da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes* (UNEP, 2007).

Tecnologias emergentes não são descritas nessa subseção pois sua disponibilidade comercial e sua performance em relação à destruição e transformação irreversível de POPs não foram documentadas.

Para avaliar a performance das operações nas subseções de (a) a (k) abaixo, uma DE mínima de 99.999 por cento, com 99.9999 por cento de DRE como exigência suplementar quando aplicável, fornecem um parâmetro de referência prático para avaliar a performance de tecnologias de descarte. DEs mais altas podem ser preferíveis dependendo do caso. DE e DRE devem ser usadas conjuntamente para demonstrar nível de destruição e transformação irreversível; como nem DRE nem DE consideram a potencial transformação do POP original em POP produzido não intencionalmente, emissões potenciais de POPs produzidos não intencionalmente devem ser consideradas ao escolher uma operação específica.

---

<sup>49</sup> Maiores informações sobre essas tecnologias atuais e emergentes podem ser encontradas em: UNEP, 2004a; volumes A e B de UNEP, 2002a (*sendo atualizados atualmente*), STAP, 2011; UNEP, 2007; e em: [www.synbra.com/en/39/187/raw\\_materials.aspx](http://www.synbra.com/en/39/187/raw_materials.aspx). Para referências completas, ver o anexo III (bibliografia) abaixo.

**Tabela 4:** Resumo de tecnologias para destruição e transformação irreversível de POPs em resíduos

Tecnologia	POPs <sup>50</sup>					
	POPs Pesticidas	PCB	PCDDs/PCDFs	PFOS	POP-BDEs	HBCD
(a) Redução por metais alcalinos	Sim, para certos pesticidas: clordano, HCH	Sim	N.D.*	N.D.	N.D.	N.D.
(b) Incineração avançada de resíduos sólidos (ASWI)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Sim
(c) Decomposição catalisada com base (BCD)	Sim, para certos pesticidas: clordano, HCH, DDT	Sim	Sim	N.D.	N.D.	N.D.
(d) Hidrodecloração catalítica (CHD)	N.D.	Sim	Sim	N.A.**	N.A.	N.A.
(e) Co-incineração via forno de cimento	Sim, para todos os pesticidas	Sim	Sim	N.D.	Yes	Yes
(f) Redução química em fase gasosa (GPCR)	Sim, para certos pesticidas: DDT, HCB	Sim	Sim	N.D.	N.D.	N.D.
(g) Incineração de resíduos perigosos	Sim, para todos os pesticidas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
(h) Arco de Plasma	Sim, para a maioria dos pesticidas, incluindo clordano, clordecona, DDT, endossulfão, heptacloro	Sim	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
(i) Método de decomposição via derretimento de plasma (PMD)	N.D.	Sim	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
(j) Oxidação com água supercrítica (SCWO) e oxidação de água subcrítica	Sim, para certos pesticidas: clordano e DDT	Sim	Sim, para PCDDs	N.D.	N.D.	N.D.
(k) Produção térmica e metalúrgica de metais	ND	ND	Sim	ND	Sim	ND

\* ND significa “não determinado” e indica que a informação não está disponível para que se confirme o uso dessa tecnologia para certos POPs.

\*\* NA significa “não aplicável”.

#### (a) Redução por metais alcalinos <sup>51</sup>

*Descrição do processo:* A redução por metais alcalinos envolve o tratamento de resíduos com metais alcalinos dispersos. Os metais alcalinos reagem com o cloro em resíduos halogenados para produzir sais e resíduos não halogenados. Tipicamente, o processo opera em pressão atmosférica e a temperaturas entre 60°C e 180°C.<sup>52</sup> O tratamento pode ocorrer tanto in situ (e.g., no caso de transformadores contaminados por PCB), ou ex situ em recipientes de reação. Existem diversas variações desse processo (Piersol, 1989). Apesar de ligas de potássio e potássio-sódio terem sido usadas como agentes de redução, o sódio metálico é o agente de redução mais comumente usado. As informações discutidas no restante dessa subseção são baseadas em experiências utilizando o sódio metálico.

<sup>50</sup> O HBB não aparece na tabela 4 pois a informação disponível é insuficiente para determinar tecnologias adequadas para sua destruição e transformação irreversível. No entanto, presume-se que a incineração de resíduos perigosos seja adequada.

<sup>51</sup> Informações adicionais estão disponíveis em UNEP, 1998b, UNEP, 2000, e UNEP, 2004a.

<sup>52</sup> Ariizumi et al, 1997.

*Eficiência:* Eficiências de destruição (DE) de mais de 99.999 por cento e eficiências de remoção de destruição (DRE) de 99.9999 por cento foram relatadas para clordano, HCH e PCBs (Ministério do Meio Ambiente do Japão, 2004). O processo de redução de sódio também demonstrou cumprir com os critérios regulatórios para tratamento de óleo transformador PCB na Austrália, Canadá, Japão, África do Sul, Estados Unidos e na União Europeia, i.e., menos de 2 mg/kg em resíduos sólidos e líquidos (UNEP, 2004b).

*Tipos de resíduos:* A redução de sódio foi demonstrada em óleos contaminados por PCB contendo concentrações de até 10.000 mg/kg. Alguns fornecedores afirmam que esse processo é capaz de tratar condensadores e transformadores inteiros (UNEP, 2004<sup>a</sup>). Também é relatado que a redução por metais alcalinos é aplicável ao clordano e HCH como resíduos de pesticidas (Ministério do Meio Ambiente do Japão, 2004).

*Pré-tratamento:* O tratamento ex situ de PCBs pode ser realizado após a extração de solventes dos PCBs. O tratamento de condensadores e transformadores inteiros pode ser realizado após a redução de tamanho via corte. O pré-tratamento deve incluir desidratação via separação de fases, evaporação ou outro método (UNIDO, 1987) para evitar reações explosivas com o sódio metálico. O equipamento deve ser enxaguado com solventes orgânicos. Similarmente, os POPs que estão em forma sólida ou adsorvida necessitam ser dissolvidos para a concentração exigida ou extraídos de suas matrizes (Piersol, 1989 e UNEP, 2004a).

*Emissões e resíduos:* As emissões ao ar incluem gases de nitrogênio e hidrogênio. Espera-se que as emissões de compostos orgânicos sejam relativamente menores (Piersol, 1989). No entanto, foi observado que PCDDs e PCDFs podem ser formados a partir de clorofenóis sob condições alcalinas a temperaturas de no mínimo 150°C (Weber, 2004). Resíduos produzidos durante o processo incluem cloreto de sódio, hidróxido de sódio, derivados polifenólicos e água. Um polímero solidificado também é formado em algumas variações (UNEP, 2000).

*Controle de emissões e pós-tratamento:* Após uma reação, os subprodutos resultantes podem ser separados do óleo via uma combinação de filtragem e centrifugação. O óleo descontaminado pode ser reutilizado, o cloreto de sódio pode ser reutilizado ou descartado em um aterro, e o polímero solidificado pode ser descartado em um aterro (UNEP, 2000), sem necessitar de pós tratamento. Dependendo da tecnologia usada, a combinação de filtragem e centrifugação pode incluir o tratamento do efluente gasoso e a neutralização ou conservação de resíduos. O excesso de sódio, caso não neutralizado, pode necessitar ser recuperado. Produtos líquidos, caso não reutilizados, e produtos poliméricos solidificados devem ser queimados em incineradores, e os sais inorgânicos devem ser descartados. Quantidades mínimas de compostos orgânicos voláteis podem ser capturados das emissões usando carbono ativado (UNIDO, 2007).

*Exigências de energia:* Espera-se que as exigências imediatas de energia sejam relativamente pequenas devido às temperaturas de operação baixas relacionadas com o processo de redução de sódio.

*Exigências de material:* O sódio é necessário a esse processo (UNEP, 2004a).

*Portabilidade:* O processo está disponível em configurações transportáveis e fixas (UNEP, 2000).

*Saúde e segurança:* O sólido metálico disperso pode reagir de forma violenta e explosiva com a água, o que configura grande perigo aos operadores. O sódio metálico também pode reagir com uma variedade de outras substâncias produzindo hidrogênio, um gás inflamável que se torna explosivo ao misturar-se com o ar. Deve se tomar muito cuidado no processo e design da operação para excluir qualquer presença de água (e outras substâncias, e.g., álcoois) dos resíduos e prevenir qualquer contato de água (e algumas outras substâncias) com o sódio metálico.

*Capacidade:* Instalações móveis tem a capacidade de tratar 15.000 litros por dia de óleos PCB de transformadores (UNEP, 2000).

*Outras questões práticas:* A redução de sódio usada para o tratamento de óleos de transformadores contaminados por PCB pode não destruir todos os PCBs contidos no interior poroso do transformador. Alguns autores observaram que existe uma lacuna de informações sobre a caracterização de resíduos (UNEP, 2000).

*Estado de comercialização:* A redução por metais alcalinos foi usada comercialmente por aproximadamente 25 anos e ainda é utilizada hoje em dia. No Japão, três instalações de escala comercial foram instaladas em 2004, 2005 e 2009 e estão operantes atualmente (JESCO, 2009a; JESCO, 2009b; JESCO, 2013).

#### **(b) Incineração Avançada de Resíduos Sólidos (ASWI)**

*Descrição do processo:* Existem vários tipos diferentes de incineradores municipais de resíduos e nem todas as tecnologias ou instalações são capazes de destruir resíduos POP de forma eficiente. Incineradores avançados de resíduos sólidos são projetados para tratar os contaminantes presentes nos resíduos sólidos municipais (MSW) e em resíduos comerciais e industriais similares de forma segura, geralmente em grelhas de avanço operando a altas temperaturas, e através de métodos modernos de controle de poluição. Processos avançados de incineração de resíduos sólidos envolvem a manutenção de uma temperatura mínima de 850°C com tempo de retenção na fase gasosa de ao menos dois segundos. As condições e exigências de operação desse tipo de processo devem ser

rigorosas e cumprir com os níveis de destruição e transformação irreversível delimitados na subseção IV.G.2. Alguns países incluíram essas exigências em sua legislação nacional.<sup>53</sup>

Para destruir com eficiência o HBCD presente em resíduos é necessária uma temperatura acima dos 850°C. No caso de um teste em larga escala do tratamento de EPS e XPS contendo HBCD, conduzido no Incinerador Municipal de Resíduos Sólidos de Würzburg (Alemanha), onde a entrada continha 1-2 por cento do peso de resíduos espumosos contendo entre 6.000 e 21.000 mg/kg de HBCD, a temperatura de combustão necessária foi 900-1.000°C (Mark et al, 2015). No caso da incineração ou co-incineração de resíduos perigosos com um conteúdo de mais de 1 por cento de substâncias orgânicas halogenadas, é necessária uma temperatura de pelo menos 1.100°C.

Durante a incineração, efluentes gasosos são emitidos contendo a maioria da energia de combustível disponível em forma de calor. As substâncias orgânicas nos resíduos queimam assim que alcançam a temperatura de ignição. É observado que pode haver necessidade de adicionar outros combustíveis para ajustar a temperatura durante a incineração bem como durante o início e o desligamento dos fornos.

Deve ser ressaltado que resíduos remanescentes geralmente contêm pequenas quantidades de metais, enxofre e cloro e até mesmo pequenas quantidades de retardadores de chamas, em resíduos plásticos ou têxteis. Essas substâncias são encontradas em praticamente todas as frações dos resíduos remanescentes e em uma variedade de compostos químicos. Por esse motivo, as exigências para sistemas técnicos que garantam o tratamento seguro de resíduos remanescentes são extremamente complexas.<sup>54</sup>

As orientações de BAT/BEP desenvolvidas pela Convenção de Estocolmo pertinentes ao Artigo 5 e ao Anexo C devem ser usadas e aplicadas a essa tecnologia (UNEP, 2007).

*Eficiência:* Sob condições de combustão adequadas, os compostos orgânicos são destruídos durante a incineração.<sup>55</sup> Relatórios feitos pelo Painel de Avaliação Econômica e Tecnológica (TEAP) do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Danificam a Camada de Ozônio, especialmente um relatório de 2002 feito pela Força Tarefa sobre Tecnologias de Destruição (TFDT)<sup>56</sup> do TEAP, mostraram a alta eficiência de destruição da ASWI para substâncias halogenadas como CFCs e HCFCs em espumas de poliestireno.

No teste conduzido no Incinerador Municipal de Resíduos Sólidos de Würzburg foi demonstrado que a ASWI foi capaz de destruir HBCD com uma DE de 99.999 por cento para espumas EPS e XPS.<sup>57</sup>

*Tipos de resíduos:* Incineradores de resíduos avançados são projetados para incinerar MSW, incluindo resíduos remanescentes, mas também podem tratar alguns resíduos da indústria e do comércio.<sup>58</sup> Um teste em larga escala demonstrou que a ASWI é adequada para a incineração de resíduos de espumas de poliestireno (EPS e XPS) contendo HBCD.<sup>59</sup>

*Pré-tratamento:* Os resíduos devem ser misturados em um bunker para manter seu valor calorífico constante. A redução de volume (esmagamento ou trituração) é necessária para resíduos volumosos.

*Emissões e resíduos:* As emissões incluem dióxido de carbono, vapor de água, cloreto de hidrogênio, fluoreto de hidrogênio, dióxido de enxofre e outros óxidos de enxofre, partículas, óxidos de nitrogênio, carbono orgânico total (TOC), PCDD/PCDF, metais pesados e monóxido de carbono,<sup>60</sup> e também poderiam incluir PBDD/PBDF (UNEP, 2007). Outras emissões incluem brometo de hidrogênio e PCDD/PCDF<sup>61</sup>. Incineradores aplicando uma BAT que, *inter alia*, seja projetada para operar a altas temperaturas, prevenir a reformação de PCDDs e PCDFs e remover PCDD e PCDF (e.g., com o uso de filtros de carbono ativado) levam a emissões de PCDD e PCDF ao ar e descargas dessas substâncias na água muitas pequenas.<sup>62</sup>

<sup>53</sup> Ver Diretiva da EU 2010/75/EU sobre emissões industriais, capítulo 4. A diretiva sucedeu a Diretiva 2008/1/EC (prevenção e controle de poluição integrados) e tem o objetivo de minimizar a poluição proveniente de várias fontes industriais na União Europeia. Os operadores de instalações industriais que estão envolvidos em atividades citadas no Anexo I da Diretiva devem obter uma licença integrada das autoridades de países da EU.

<sup>54</sup> Ver o Ministério Federal da Agricultura, Silvicultura, Meio Ambiente e Gerenciamento de Água da Austrália, 2010.

<sup>55</sup> Ver BiPRO GmbH, 2005.

<sup>56</sup> Ver UNEP, 2002b.

<sup>57</sup> Ver Mark et al., 2015.

<sup>58</sup> Ver Comissão Europeia, 2006.

<sup>59</sup> Ver Mark et al., 2015.

<sup>60</sup> Ver Comissão Europeia, 2006.

<sup>61</sup> Ver Mark et al., 2015.

<sup>62</sup> Ver UNEP, 2001.

Em resíduos, PCDDs e PCDFs são encontrados principalmente em cinzas volantes e resíduos de limpeza de efluentes gasosos, enquanto as cinzas de fundo (que representam a maior massa de fluxo de resíduos da incineração) e lamas da água de depuração contêm apenas uma pequena quantidade de PCDDs e PCDFs.<sup>63</sup>

*Controle de emissões e pós-tratamento:* Gases de processamento geralmente exigem tratamento para remoção de cloreto e fluoreto de hidrogênio, óxidos de enxofre e nitrogênio, metais pesados e matéria particulada, e a prevenção da formação, ou remoção, de POPs produzidos não intencionalmente. Isso pode ser atingido via o uso combinados de equipamentos de limpeza, incluindo precipitadores eletrostáticos, filtros de tecido, depuradores, redução seletiva catalítica ou não-catalítica, e adsorção de carbono. Dependendo de suas características, as cinzas volantes e de fundo podem exigir descarte em aterro especializado ou armazenamento permanente em minas e formações subterrâneas, ou podem ser usadas para preenchimento em minas de sal.<sup>64</sup>

*Exigências de energia:* A quantidade de combustível de energia exigido depende da composição do resíduo a ser tratado e as tecnologias de tratamento de efluente gasoso aplicadas.

*Exigências de material:* As exigências de material podem incluir cal, bicarbonato de sódio, carbono ativado e outros materiais adequados para a remoção de gases ácidos e outros poluentes.

*Portabilidade:* Instalações ASWI são fixas.

*Saúde e segurança:* Para garantir que medidas de segurança e saúde adequadas sejam tomadas, as instalações ASWI devem ser projetadas e operadas de acordo com os capítulos relevantes da Diretiva da EU 2017/75/EU sobre emissões industriais (prevenção e controle de poluição integrados) e o Documento de Referência da Comissão Europeia sobre Melhores Técnicas Disponíveis (BREF) na Incineração de Resíduos (Ver seção 2.8.5 « resumo de dispositivos e medidas de segurança. ») (Comissão Europeia, 2006)

*Capacidade:* Cada instalação ASWI é capaz de tratar entre 30.000 e mais de 1.000.000 de toneladas de resíduos por ano. Devido ao alto volume de espumas PS contendo HBCD (que têm densidades entre 15 e 40 kg/metro cúbico), o uso de 1-2 por cento por peso dessas espumas, o que corresponde a cerca de 15 a 30 por cento por volume, é recomendado (Mark et al, 2015).

*Outras questões práticas:* Não existem questões práticas a serem relatadas até o momento.

*Estado de comercialização:* Existe um grande histórico de experiência com a incineração de resíduos municipais.<sup>65</sup> Atualmente, algumas instalações ASWI estão operantes na Europa.

### (c) Decomposição de base-catalisada (BCD)<sup>66</sup>

*Descrição do processo:* O processo BCD envolve o tratamento de resíduos na presença de uma mistura regente consistindo de um óleo doador de hidrogênio, um hidróxido de metal alcalino e um catalisador proprietário. Quando a mistura é aquecida acima de 300 °C, o regente produz hidrogênio atômico altamente reativo. O hidrogênio atômico reage com os resíduos para remover constituintes que confirmam toxicidade aos compostos.

*Eficiência:* DES de 99.99 a 99.9999 por cento foram relatadas para DDT, PCBs, PCDDs e PCDFs (UNEP, 2000). DEs acima de 99.999 por cento e DREs acima de 99.9999 por cento também foram relatadas para clordano e HCH (Ministério do Meio Ambiente do Japão, 2004). Também foi relatado que a redução de orgânicos clorados para menos de 2mg/kg é atingível (UNEP, 2001).

*Tipos de resíduos:* A BCD pode ser aplicável a outros POPs além dos listados acima (i.e., DDT, PCBs, PCDDs e PCDFs) (UNEP, 2004a e Vijgen, 2002). A BCD é capaz de tratar resíduos com uma concentração alta de POP, e já teve aplicabilidade demonstrada a resíduos com um conteúdo de PCB de acima de 30 por cento em peso (Vijgen, 2002). Apesar de existirem relatórios que afirmam que a formação de sal dentro da mistura tratada pode limitar a concentração de material halogenado capaz de ser tratada com BCD, relatórios mais recentes sugerem que esse problema já foi superado (ver o parágrafo 197 abaixo).

*Pré-tratamento:* Terras podem ser tratadas de forma direta. Vários tipos de tratamento de terra podem ser necessários:

<sup>63</sup> Ver BiPRO GmbH, 2005.

<sup>64</sup> Ver Comissão Europeia, 2006.

<sup>65</sup> Ver Comissão Europeia, 2006.

<sup>66</sup> Informações adicionais estão disponíveis em CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner, Luscombe e Simpson, 1998; Agência Dinamarquesa de Proteção ao Meio Ambiente (EPA), 2004; Rahuman, Pistone, Trifirò e Miertu, 2000; UNEP, 1998b; UNEP, 2001; UNEP, 2004a; e Vijgen, 2002.

- (a) Pode ser necessário que partículas maiores sejam removidas via peneiração e esmagamento para redução de tamanho; ou
- (b) Pode haver necessidade de ajuste do conteúdo de pH e umidade.

*Dessorção térmica* também foi usada conjuntamente com BCD para remoção de POPs de terras anteriormente ao tratamento. Nessas situações, a terra é pré-misturada com bicarbonato de sódio antes de ser introduzida na unidade de dessorção térmica. A água necessitará ser evaporada de meios aquosos, incluindo lamas molhadas, anteriormente ao tratamento. Condensadores podem ser tratados após redução via trituração. Caso solventes voláteis estejam presentes, como é o caso com pesticidas, eles devem ser removidos via destilação anteriormente ao tratamento (CMPS&F – Environment Australia, 1997).

*Emissões e resíduos:* Espera-se que as emissões ao ar sejam relativamente pequenas. O potencial para formação de PCDDs e PCDFs durante o processo BCD é relativamente baixo. No entanto, foi notado que PCDDs podem ser formados a partir de clorofenóis sob condições alcalinas a temperaturas de no mínimo 150 °C (Weber, 2004). Outros resíduos produzidos durante a reação BCD incluem lama contendo principalmente água, sal, óleo doador de hidrogênio não utilizado e resíduo de carbono. O fornecedor afirma que o resíduo de carbono é inerte e não-tóxico. Para maiores detalhes, se referir à literatura produzida pelo BCD Group, Inc.

*Controle de emissões e pós-tratamento:* Dependendo do tipo de óleo doador de hidrogênio usado, o chorume pode ser tratado de formas diferentes. Caso tenha sido usado óleo combustível No.6, a lama pode ser descartada como combustível em um forno de cimento. Caso óleos mais refinados tenham sido usados, eles podem ser removidos da lama através de separação por gravidade ou via centrifugação. Os óleos podem então ser reutilizados e a lama remanescente pode ser tratada adicionalmente para utilização como um agente neutralizador, ou descartada em um aterro (UNEP, 2004a). Além disso, instalações BCD são equipadas com coletores de carbono ativado para minimizar as emissões de compostos orgânicos voláteis em emissões gasosas.

*Exigências de energia:* Espera-se que as exigências de energia sejam relativamente pequenas devido às temperaturas de operação baixas relacionadas com o processo BCD.

Exigências de material:

- (a) Óleo doador de hidrogênio;
- (b) Carbonato de metal terroso alcalino, bicarbonato ou hidróxido, como bicarbonato de sódio. A quantidade de alcali exigida depende da concentração do contaminante halogenado contido no meio (CMPS&F – Environment Australia, 1997). As quantidades variam entre 1 por cento até cerca de 20 por cento em peso do meio contaminado; e
- (c) Catalisador proprietário equivalente a 1 por cento por volume de óleo doador de hidrogênio.

O equipamento associado a esse processo costuma estar facilmente disponível (Rahuman et al, 2000).

*Portabilidade:* Modular, já foram construídas instalações transportáveis e fixas.

*Saúde e segurança:* Em geral os riscos de saúde e segurança associados com a operação dessa tecnologia são baixos, apesar de uma instalação BCD em Melbourne, Austrália ter sido desativada após um incêndio em 1995. Acredita-se que o incêndio tenha resultado da operação de um recipiente de armazenamento sem um cobertor de nitrogênio. Alguns pré-tratamentos associados, como o pré-tratamento alcalino de capacitores e a extração de solventes apresentam riscos significativos de incêndio e explosão, mas esses riscos podem ser minimizados via a aplicação de precauções adequadas (CMPS&F – Environment Australia, 1997).

*Capacidade:* A BCD pode processar até 2.500 galões de resíduos por fornada e pode tratar entre 3 a 4 fornadas por dia (Vijgen, 2002).

*Outras questões práticas:* Como o processo BCD envolve a remoção de cloro do composto de resíduo, o processo de tratamento pode resultar em uma concentração aumentada de espécies de cloração mais baixa. Isso pode ser potencialmente preocupante no tratamento de PCDDs e PCDFs, onde os congêneres de cloração mais baixa são mais tóxicos do que os congêneres de cloração mais alta. Portanto, é importante que o processo seja adequadamente monitorado para garantir que a reação seja completa. No passado, foi relatado que o processo BCD era incapaz de tratar resíduos de alta concentração devido a acumulação de sal (CMPS&F – Environment Australia, 1997). No entanto, relatórios mais recentes afirmam que esse problema foi superado (Vijgen, 2002 and UNEP, 2004a).

*Estado de comercialização:* O BCD foi usado em duas operações comerciais na Austrália, uma das quais ainda está operante. Outro sistema comercial está operante no México desde 1999. Além disso, sistemas BCD foram usados em projetos a curto prazo na Austrália, Espanha e nos Estados Unidos.

**(d) Hidrodecloração catalítica (CHD)**

*Descrição do processo:* A CHD envolve o tratamento de resíduos com gás de hidrogênio e um catalisador de paládio em carbono (Pd/C) dispersado em óleo parafínico. O hidrogênio reage com o cloro em resíduos halogenados para produzir cloreto de hidrogênio (HCl) e resíduos não halogenados. No caso de PCBs, a bifenila é o principal produto. O processo opera em pressão atmosférica e a temperaturas entre 180°C e 260°C (Sakai, Peter e Oono, 2001; Noma, Sakai e Oono, 2002; e Noma, Sakai e Oono, 2003a e 2003b).

*Eficiência:* DEs de 99.98-99.9999 por cento foram relatadas para PCBs. Também foi relatado é possível atingir uma redução no conteúdo de PCB de até menos de 0.5 mg/kg.

*Tipos de resíduos:* A CHD foi demonstrada via remoção de PCBs de capacitores usados. PCDDs e PCDFs contidos em PCBs na forma de impurezas também foram desclorados. Um fornecedor também afirmou que resíduos clorados em estado líquido ou dissolvidos em solventes podem ser tratados via CHD.

*Pré-tratamento:* PCBs e PCDDs/PCDFs devem ser extraídos usando solventes ou isolados via vaporização. Substâncias com ponto de ebulição baixo como água ou álcoois devem ser removidas via destilação prévia ao tratamento.

*Emissão e resíduos:* Não ocorrem emissões durante a reação de descloração pois ela ocorre no sistema fechado de circulação de hidrogênio. HCl não é descarregado da reação pois é coletado com água na forma de ácido clorídrico dentro do sistema de circulação. A Bifenila isolada após a reação via destilação não contém nenhum material tóxico.

*Controle de emissões e pós-tratamento:* O principal produto, bifenila, é separado do solvente de reação via destilação após a reação, e o catalisador e solvente de reação são reutilizados na próxima reação.

*Exigências de energia:* Espera-se que as exigências de energia sejam relativamente pequenas devido às temperaturas de operação baixas relacionadas com o processo CHD.

*Exigências de material:* O processo CHD exige o mesmo número de átomos de hidrogênio que os átomos de cloro presentes nos PCBs, além de 0.5 por cento por peso de catalisador.

*Portabilidade:* O processo CHD está disponível em configurações fixas e transportáveis dependendo do volume de PCBs a serem tratados.

*Saúde e segurança:* O uso de gás de hidrogênio exige controle e precauções adequadas para garantir que misturas explosivas ar-hidrogênio não sejam formadas.

*Capacidade:* Uma instalação capaz de tratar 2 t de PCB por dia usando o processo CHD foi construída no Japão e está operante atualmente. Instalações também estão operantes em Canton, Estados Unidos, e Young, na Austrália. Não existem informações sobre a capacidade de tratamento dessas instalações.

*Outras questões práticas:* Existem vários relatórios sobre a descloração de PCB via CHD. Em geral, catalisadores Pd/C demonstram as maiores taxas de degradação se comparados a outros catalisadores metálicos suportados. As temperaturas de reação podem ser aumentadas para 260°C quando óleo parafínico é usado como um solvente de reação.

*Estado de comercialização:* Em 2006, uma instalação em escala comercial foi construída na unidade de Osaka (Japão) da Japan Environmental Storage & Safety Corporation (JESCO) onde PCB extraídos de transformadores e capacitores são tratados usando o processo CHD (JESCO, 2009c).

*Informações adicionais:* Para maiores informações ver a versão revisada das Orientações Técnicas para o Tratamento de PCBs no Japão (Fundação Japonesa de Gerenciamento de Resíduos Industriais, 2005).

**(e) Co-incineração em forno de cimento<sup>67</sup>**

*Descrição do processo:* Os fornos de cimentos consistem tipicamente em um cilindro longo de 50 a 150 metros de comprimento, ligeiramente inclinado da horizontal (gradiente de 3 a 4 por cento), que é rodado a cerca de 1 a 4 rotações por minuto. Matérias primas como calcário, sílica, e óxidos de alumina e ferro são alimentados na extremidade superior ou “fria” do forno rotativo. A inclinação e a rotação fazem com que os materiais se movimentem em direção a extremidade inferior ou “quente” do forno. O forno é acendido em sua extremidade inferior, onde as temperaturas dos materiais chegam a 1.400°C–1.500°C. Conforme os materiais se movimentam no forno, eles passam por reações de secagem e piroprocessamento para formar clínquer.

<sup>67</sup> Informações adicionais estão disponíveis em : CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Agência Dinamarquesa de Proteção ao Meio Ambiente, 2004; Karstensen, 2001; Rahuman et al., 2000; Stobiecki et al., 2001 e UNEP, 1998b. Além disso, informações sobre BAT e BEP pertinentes a incineração de resíduos perigosos em fornos de cimento estão disponíveis por parte da União Europeia.

Fornos de cimento que tratam resíduos podem exigir modificações.<sup>68</sup> Pontos de entrada adequados devem ser selecionados de acordo com as características dos resíduos, incluindo suas propriedades físicas, químicas e toxicológicas. Por exemplo compostos tóxicos combustíveis encontrados em alguns resíduos perigosos, como substâncias orgânicas halogenadas, precisam ser completamente destruídos via temperatura e tempo de retenção adequados. Em fornos pré-aquecedores/pré-calcinadores, resíduos perigosos devem geralmente ser alimentados nos incineradores primários ou secundários. Cloros têm impacto na qualidade do cimento, portanto sua presença deve ser limitada. O cloro pode ser encontrado em todas as matérias primas usadas na fabricação de cimentos, então os níveis de cloro nos resíduos perigosos podem ser críticos. No entanto, caso eles sejam desconcentrados de forma suficiente, os fornos de cimento podem tratar resíduos perigosos de alta cloração.

O ponto de entrada potencial dos resíduos é:

- (a) O incinerador principal na extremidade de saída do forno rotativo;
- (b) Uma calha de alimentação na câmara de transição da extremidade de entrada do forno rotatório (para combustíveis em pedaços);
- (c) Incineradores secundários do duto de elevação;
- (d) Incineradores pré-calcinadores do pré-calcinador;
- (e) Uma calha de alimentação do pré-calcinador/pré-aquecedor (para combustíveis em pedaços);
- (f) Uma válvula no meio do forno em caso de fornos úmidos e secos longos (para combustíveis em pedaços) (UNEP, 2004b).

As orientações de BAT e BEP relevantes ao Artigo 5 e o Anexo C da Convenção de Estocolmo sobre queima de resíduos perigosos em fornos devem ser usadas e aplicadas a essa tecnologia (UNEP, 2007).

*Eficiência:* DRES maiores que 99.99998 por cento foram relatadas para PCBs em vários países. Uma instalação deve demonstrar sua capacidade de destruir (via combustão) ou remover (via instalação de encanamento ou dispositivos de controle de poluição) ao menos 99.9999 dos POPs visados.<sup>69</sup> Valores DE e DRE reportados para DDT estão na faixa dos 99.9335-99.9998 por cento e 99.9984-99.9999 por cento, respectivamente (Yan et al, 2014). Praticamente qualquer composto orgânico pode ser destruído em temperaturas elevadas de um forno de cimento operando de forma adequada (UNEP, 2007). Restrições de operação do processo podem se tornar significativas quando alguns compostos, por exemplo elementos voláteis circulantes como cloro, enxofre, ou alcalinos, estão presentes em quantidades excessivas (Karstensen, 2008b).

*Tipos de resíduos:* Conforme mencionado acima, os fornos de cimento foram testados com PCBs, HBCD, POPs pesticidas, POP-BDEs, PCDDs, PCDFs e DDT. Fornos de cimento são capazes de tratar tanto resíduos sólidos quanto líquidos.<sup>70</sup>

*Pré-tratamento:* O pré-tratamento pode envolver:

- (a) Dessorção térmica de resíduos sólidos;
- (b) Homogeneização de resíduos sólidos e líquidos via secagem, trituração, mistura, combinação e moagem;
- (c) Redução de volume; e
- (d) Mistura.

*Emissões e resíduos:* A co-incineração de resíduos perigosos em fornos de cimento é listada como uma categoria de fonte industrial que tem potencial para formação e emissão comparativamente altas de POPs formados não intencionalmente listados no Anexo C da Convenção de Estocolmo. As emissões podem incluir, *inter alia*, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, dióxido de enxofre e outros óxidos de enxofre, metais e seus compostos, cloreto de hidrogênio, fluoreto de hidrogênio, amônia, PCDDs, PCDFs, benzeno, tolueno, xileno, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, clorobenzenos e PCBs (UNEP, 2004b). Deve ser ressaltado que fornos de cimento podem cumprir com níveis de emissões de PCDD e PCDF ao ar abaixo de 0.1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> apesar de resíduos com níveis altos de cloro deverem ser alimentados conjuntamente com outros resíduos para evitar afetarem adversamente os níveis de emissão, especialmente em fornos úmidos e (longos) secos. Os resíduos incluem poeira do forno de cimento capturada pelos sistemas de controle de poluição do ar.

*Emissões e controle pós-tratamento:* Os gases do processo devem ser tratados para remover poeira do forno de cimento e compostos orgânicos, dióxido de enxofre e óxido de nitrogênio; eles também devem ser aquecidos para que a formação de PCDDs e PCDFs seja minimizada. Os tratamentos incluem a utilização de pré-aquecedores,

<sup>68</sup> See CMPS&F – Environment Australia, 1997 and UNEP, 2004b.

<sup>69</sup> UNEP/CHW.10/6/Add.3/Rev.1 p.22 and Karstensen et al, 2009.

<sup>70</sup> See CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000, UNEP, 2004b and Karstensen et al, 2006.

precipitadores eletrostáticos, filtros de tecido e filtros de carbono ativado.<sup>71</sup> Poeiras de cimento do forno recuperadas devem ser retornadas aos fornos o máximo possível, e os remanescentes podem necessitar de descarte em aterros especificamente projetados ou armazenamento em minas ou formações subterrâneas.

*Exigências de energia:* Novos sistemas de fornos com cinco estágios de pré-aquecimento ciclone e pré-calcinação exigem uma média de 2.900–3.200 MJ para produzir 1 t de clínquer. Cada tonelada de cimento produzida tipicamente exige 60-130 quilogramas de óleo combustível, ou seu equivalente, e cerca de 105 KWh de eletricidade (Loréa, 2007).

*Exigências de material:* A fabricação de cimento exige grandes quantidades de materiais, incluindo calcário, sílica, alumina, óxidos de ferro e gesso.

*Portabilidade:* Os fornos de cimento estão disponíveis apenas em configurações fixas.

*Saúde e segurança:* O tratamento de resíduos em fornos de cimento pode ser considerado relativamente seguro contanto que os fornos sejam projetados e operados adequadamente.

*Capacidade:* Os fornos de cimento que co-incineram resíduos como combustível normalmente não cumprem com mais de 40 por cento de suas exigências de calor com resíduos perigosos. No entanto, foi observado que fornos de cimentos com alta produtividade podem potencialmente tratar quantidades significativas de resíduos (CMPS&F – Environment Australia, 1997).

*Estado de comercialização:* Fornos de cimentos vêm sendo usados nos EUA, alguns países europeus e vários países em desenvolvimento para tratar resíduos contaminados por POPs (Conselho Mundial de Negócios, 2004: Formação e Emissão de POPs na Indústria do Cimento e Karstensen, 2006).

*Informações adicionais:* Ver as Orientações Técnicas da UNEP sobre o co-processamento ambientalmente seguro de resíduos perigosos em fornos de cimento (UNEP, 2011).

#### (f) Redução química em fase gasosa (GPCR)<sup>72</sup>

*Descrição do processo:* O processo GPCR envolve a redução termoquímica de compostos orgânicos. Em temperaturas maiores de 850 °C e a pressão baixa, o hidrogênio reage com compostos orgânicos clorados para produzir metano primário, cloreto de hidrogênio (caso o resíduo seja clorado), e pequenas quantidades de hidrocarbonetos de baixa massa molecular (benzeno e etileno). O ácido clorídrico é neutralizado através da adição de soda cáustica durante o resfriamento inicial do gás de processamento, ou pode ser retirado em forma ácida para reutilização. A tecnologia GPCR pode ser dividida em três unidades básicas de operações: um sistema front-end (onde os contaminantes são transformados em uma forma adequada para destruição no reator), um reator (que reduz os contaminantes, em fase gasosa nesse estágio, usando hidrogênio e vapor), e um sistema gasoso de depuração e compressão.

*Eficiência:* DES de 99.9999 por cento foram relatados para DDT, HCB, PCBs, PCDDs e PCDFs.<sup>73</sup>

*Tipos de resíduos:* Além de DDT, HCB, PCBs, PCDDs e PCDFs, GPCR deve servir para tratar todos os tipos de POP<sup>74</sup>, incluindo líquidos aquosos e oleosos, terra, sedimentos, lamas, transformadores e capacitores.<sup>75</sup>

*Pré-tratamento:* Os contaminantes devem estar em forma gasosa para que um reator GPCR os reduza. Enquanto resíduos líquidos podem ser pré-aquecidos e injetados diretamente no reator ou de forma contínua, contaminantes em sólidos devem primeiramente ser volatilizados dos sólidos. Dependendo do tipo de resíduo, uma das unidades de pré-tratamento seguintes é usada para volatilizar os resíduos antes do tratamento em um reator GPCR:

- (a) Processadores de redução térmica em lotes (TRBPs) para sólidos volumosos, incluindo aqueles em barris;
- (b) Reatores de leito toroidal para terras e sedimentos contaminados, mas que também podem ser adaptados para líquidos;
- (c) Sistemas de pré-aquecimento de resíduos líquidos (LWPSs) para líquidos.<sup>76</sup>

<sup>71</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997; Karstensen et al., 2006 e UNEP, 2004b.

<sup>72</sup> Informações adicionais são disponíveis em CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Agência Dinamarquesa de Proteção ao Meio Ambiente, 2004; Kümmling et al., 2001; Rahuman et al., 2000; Ray, 2001; UNEP, 2001; UNEP, 2004a; e Vijgen, 2002.

<sup>73</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2004a e Vijgen, 2002.

<sup>74</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997; UNEP, 2004a e Vijgen, 2002.

<sup>75</sup> *Ibid.*

<sup>76</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; UNEP, 2001; UNEP, 2004a.

Além disso, pré-processamento adicional é necessário para condensadores grandes e escombros de construção. Os condensadores grandes são perfurados e drenados, enquanto escombros e concreto devem ter o tamanho reduzido para menos de 1 metro quadrado.<sup>77</sup>

*Emissões e resíduos:* Além do cloreto de hidrogênio e metano, hidrocarbonetos de baixa massa molecular podem ser emitidos. Resíduos do processo GPCR incluem licores e água usados. Rejeitos sólidos também serão gerados com a entrada de resíduos sólidos.<sup>78</sup> Como o processo GPCR acontece em uma atmosfera de redução, a possibilidade da formação de PCDD e PCDF é limitada.<sup>79</sup> Não há produção de cinzas.

*Controle de emissões e pós-tratamento:* Gases que saem do reator são depurados para remoção de água, calor, ácido e dióxido de carbono.<sup>80</sup> Resíduos e partículas da depuração necessitarão ser descartados fora da instalação.<sup>81</sup> Remanescentes sólidos gerados da entrada de resíduos sólidos devem ser descartados em um aterro.<sup>82</sup>

*Exigências de energia:* O metano produzido durante o processo GPCR pode fornecer a maioria do combustível necessário no processo.<sup>83</sup> Foi relatado que as exigências de energia variam entre 96 kWh por tonelada de terra tratada e 900 kWh por tonelada de contaminantes orgânicos puros tratados.<sup>84</sup>

*Exigências de material:* Hidrogênio é necessário ao menos durante o início do processo. Foi relatado que o metano produzido durante o processo GPCR pode ser usado para formar hidrogênio suficiente para operar o processo após sua iniciação.<sup>85</sup> No entanto, a unidade de produção de hidrogênio já foi afetada por problemas de confiabilidade no passado.<sup>86</sup> Outras exigências de material incluem cáustico para a depuração de ácido.<sup>87</sup>

*Portabilidade:* A GPCR está disponível em configurações fixas e transportáveis.<sup>88</sup>

*Saúde e segurança:* O uso de gás de hidrogênio sob pressão exige controles e precauções adequadas para garantir que misturas explosivas ar-hidrogênio não sejam formadas.<sup>89</sup> As experiências de operação até então indicaram que o processo GPCR pode ser realizado de forma segura.<sup>90</sup> A GPCR é usada para tratar lamas de esgoto convertendo os resíduos em água limpa e em um gás metano limpo e enriquecido de hidrogênio enquanto destrói quimicamente todos os agentes patogênicos e farmacêuticos e recupera o fósforo. Não existem emissões fugitivas de metano durante o processo.

*Capacidade:* A capacidade do processo GPCR depende das capacidades das três unidades de pré tratamento seguintes:

- (a) TRBPs têm capacidade de até 100 toneladas de sólidos por mês ou até quatro litros por minuto de líquidos. Duas TRBPs podem ser usadas em paralelo para duplicar a capacidade;
- (b) Reatores de leito toroidal tem capacidade de até 5.000 toneladas de terra e sedimentos por mês, apesar dessas unidades de pré-tratamento ainda estarem em fase de desenvolvimento; e
- (c) LWPSs tem capacidade de três litros por minuto (UNEP, 2004a e Vijgen, 2002).

*Outras questões práticas:* Contaminantes como enxofre e arsênico foram encontrados no tratamento em estágios iniciais de desenvolvimento, apesar de não estar claro se esse problema persiste.<sup>91</sup>

<sup>77</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997.

<sup>78</sup> Ver UNEP, 2004a e Vijgen, 2002.

<sup>79</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997; e Rahuman et al., 2000.

<sup>80</sup> Ver Kümmling et al., 2001; CMPS&F – Environment Australia, 1997; e Rahuman et al., 2000.

<sup>81</sup> Ver Rahuman et.al, 2000 e Vijgen, 2002.

<sup>82</sup> Ver UNEP, 2004a.

<sup>83</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2001; UNEP, 2004a; e Vijgen, 2002.

<sup>84</sup> CMPS&F – Environment Australia, 1997.

<sup>85</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2004a; e Vijgen, 2002.

<sup>86</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997.

<sup>87</sup> Ver UNEP, 2004a.

<sup>88</sup> Ver UNEP, 2001; UNEP, 2004a; e Vijgen, 2002.

<sup>89</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997.

<sup>90</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997 e UNEP, 2004a.

<sup>91</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997.

*Estado de comercialização:* Instalações GPCR em escala comercial foram operadas no Canadá e na Austrália. A instalação GPCR na Austrália operou por mais de cinco anos, até 2000.<sup>92</sup> Existe um plano de construção de uma instalação GPCR de diesel sintético no Município de Fauquier, Virginia (EUA), com uma capacidade diária de processamento de 200 t.

**(g) Incineração de resíduos perigosos<sup>93</sup>**

*Descrição do processo:* A incineração de resíduos perigosos usa a combustão de chama controlada para tratar contaminantes orgânicos, principalmente em fornos rotativos. Tipicamente, um processo de tratamento envolve aquecimento a uma temperatura maior que 850°C ou, caso os resíduos contenham mais de 1 por cento de substâncias orgânicas halogenadas, a uma temperatura maior que 1.100°C, com tempo de retenção maior que dois segundos sob condições que garantam mistura adequada. Incineradores exclusivos para resíduos perigosos estão disponíveis em diversas configurações, incluindo incineradores de forno rotativo e fornos estáticos (para líquidos com baixa contaminação). Caldeiras de alta eficiência e fornos agregados leves também são usados para co-incineração de resíduos perigosos.

As orientações de BAT/BEP desenvolvidas pela Convenção de Estocolmo pertinentes ao Artigo 5 e Anexo C para incineradores de resíduos devem ser usadas e aplicadas a essa tecnologia (UNEP, 2007).

*Eficiência:* DREs maiores que 99.9999 por cento foram relatadas para o tratamento de resíduos POP.<sup>94</sup> DEs maiores que 99.999 e DREs maiores que 99.9999 por cento foram relatadas para aldrina, endrina, HCH, DDT e PFOS (Ministério do Meio Ambiente do Japão, 2004 e, 2013b).

*Tipos de resíduos:* Conforme apontado acima, incineradores de resíduos perigosos são capazes de tratar todos os resíduos POP. Incineradores podem ser projetados para aceitar resíduos em qualquer concentração ou forma física, i.e., gases, líquidos, sólidos, lamas ou chorume.<sup>95</sup>

*Pré-tratamento:* Dependendo da configuração, as exigências de pré-tratamento podem incluir mescla e redução do tamanho dos resíduos.<sup>96</sup>

*Emissões e resíduos:* As emissões incluem monóxido de carbono, dióxido de carbono, HCB, cloreto de hidrogênio, partículas, PCDDs, PCDFs e PCBs, metais pesados e vapor de água.<sup>97</sup> Incineradores que aplicam BAT que, *inter alia*, são projetadas para operar a altas temperaturas, para prevenir a reformação de de PCDDs e PCDFs e remover PCDD e PCDF (e.g., com o uso de filtros de carbono ativado), resultaram em emissões e descargas na água de PCDD e PCDF muito baixas.<sup>98</sup> Nos remanescentes, PCDDs e PCDFs são principalmente encontrados em cinzas volantes e sais, e até certo ponto em cinzas de fundo e lamas da água de depuração.

*Controle de emissões e pós-tratamento:* Os gases do processo podem exigir tratamento para remoção do cloreto de hidrogênio e partículas e prevenir a formação de POPs (óxidos de enxofre e nitrogênio, metais pesados e micro poluentes orgânicos como PAHs, como monóxido de carbono, estão sendo usados como indicadores de eficiência de combustão) além de remover POPs produzidos não intencionalmente. Isso pode ser atingido via a combinação de tipos de pós-tratamento, incluindo o uso de ciclones e multi-ciclones, filtros eletrostáticos, filtros de leito estático, depuração, redução catalítica seletiva, sistemas de arrefecimento rápido e adsorção de carbono.<sup>99</sup> Dependendo de suas características, cinzas de fundo e cinzas volantes podem exigir descarte em um aterro especificamente projetado ou armazenamento permanente em minas e formações subterrâneas.<sup>100</sup>

*Exigências de energia:* A quantidade de combustíveis de combustão exigidos dependerá da composição e valor calorífico dos resíduos e também das tecnologias de tratamento do efluente gasoso aplicadas.

<sup>92</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; Ray, 2001; UNEP, 2004a e Vijgen, 2002.

<sup>93</sup> Informações adicionais podem ser encontradas em: Agência Dinamarquesa de Proteção ao Meio Ambiente, 2004; Mesa Redonda Federal sobre Tecnologias de Remediação (FRTR), 2002; Rahuman et al., 2000; UNEP, 1995b; UNEP, 1998b; UNEP, 2001; e Engenheiros do Corpo do Exército Norte Americano, 2003. Além disso, informações sobre BAT e BEP com relação a incineradores de resíduos perigosos estão disponíveis em UNEP, 2015.

<sup>94</sup> Ver FRTR, 2002; Rahuman et al., 2000; UNEP, 1998b e UNEP, 2001.

<sup>95</sup> Ver UNEP, 1995b.

<sup>96</sup> Ver UNEP, 1995b; UNEP, 1998b e UNEP, 2004b.

<sup>97</sup> Ver UNEP, 1995b; UNEP, 1998b e UNEP, 2004b.

<sup>98</sup> UNEP, 2001.

<sup>99</sup> UNEP, 2004b.

<sup>100</sup> Ver Engenheiros do Corpo do Exército Norte Americano, 2003.

*Exigências de material:* As exigências de material incluem água de arrefecimento e cal ou outro material adequado para a remoção de gases ácidos e outros poluentes como o carvão ativado.

*Portabilidade:* Incineradores de resíduos perigosos estão disponíveis tanto em unidades portáteis quanto fixas.

*Saúde e segurança:* Os perigos de saúde e segurança incluem aqueles associados com operações que envolvem altas temperaturas.<sup>101</sup>

*Capacidade:* Incineradores de resíduos perigosos podem tratar entre 30.000 e 100.000 toneladas de resíduos por ano.<sup>102</sup>

*Outras questões práticas:* Nenhuma a ser relatada até então.

*Estado de comercialização:* Existe um grande histórico de experiência com incineração de resíduos perigosos.<sup>103</sup>

#### (h) Arco de Plasma<sup>104</sup>

*Descrição do processo:* Os resíduos, em forma líquida ou gasosa, são injetados diretamente no plasma e são rapidamente (<1 ms) aquecidos a cerca de 3.100°C e pirolisados por cerca de 20 ms na câmara de reação arrefecida por água (tubo de voo). A temperatura alta faz com que os compostos se dissociem em seus íons e átomos elementares. A recombinação ocorre em uma área mais fria da câmara de reação, seguida por irrigação, resultando na formação de moléculas simples.<sup>105</sup> O sistema de arco de plasma exige um sistema de redução de óxidos monohidrogênio (NOx), já que grandes quantidades de NOx são produzidas pela chama de alta temperatura.

As orientações de BAT/BEP desenvolvidas pela Convenção de Estocolmo pertinentes ao Artigo 5 e Anexo C devem ser usadas e aplicadas a essa tecnologia (UNEP, 2007).

*Eficiência:* Testes em escala laboratorial com óleos contendo 60 por cento de PCBs atingiram DREs entre 99.9999 e 99.999999 por cento.<sup>106</sup> Uma DE de 99.9999 é atingível para a maiorias de POPs pesticidas, incluindo clordano, clordecona, DDT, endossulfam, e heptacloro.

*Tipos de resíduos:* Instalações com sistemas de arco de plasma foram usados para tratar vários PCBs, POPs pesticidas, halons e clorofluorohidrocarbonetos. Tipos de resíduos a serem tratados devem ser líquidos ou gasosos, ou sólidos caso os resíduos estejam contidos em um chorume fino que possa ser bombeado. Líquidos ou lodos muito viscosos mais espessos que 30-40 do peso do óleo motor não podem ser processados sem pré-tratamento. Outros resíduos sólidos não podem ser tratados a menos que alguma forma de pré-tratamento seja realizada.<sup>107</sup>

*Pré-tratamento:* O pré-tratamento não é exigido para a maioria dos líquidos. Sólidos como terras, condensadores e transformadores contaminados podem ser pré-tratados via dessorção térmica ou extração de solvente.<sup>108</sup>

*Emissões e resíduos:* As emissões incluem gases consistindo em argônio, dióxido de carbono e vapor de água. Os remanescentes incluem uma solução aquosa de sais inorgânicos de sódio, como cloreto de sódio, bicarbonato de sódio e fluoreto de sódio. Vestígios de PCDD e PCDF foram detectados no efluente gasoso de sistemas de arco de plasma. Esses vestígios estão em uma concentração de menos de 0.01 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>. As concentrações de POP em remanescentes sólidos são desconhecidas.<sup>109</sup>

*Controle de emissões e pós-tratamento:* Atualmente, existem poucas informações disponíveis sobre exigências de pós-tratamento.

*Exigências de energia:* Uma unidade de sistema de arco de plasma de 150 kW exige entre 1.000 e 3.000 kWh de eletricidade por tonelada de resíduos tratados.<sup>110</sup>

<sup>101</sup> *Ibid.*

<sup>102</sup> Ver UNEP, 2004b.

<sup>103</sup> Ver UNEP, 2001.

<sup>104</sup> Informações adicionais podem ser encontradas em CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Rahuman et al., 2000; Ray, 2001; UNEP, 1998b; UNEP, 2000; UNEP, 2001 e UNEP, 2004a.

<sup>105</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997.

<sup>106</sup> Ver Rahuman et al., 2000 e UNEP, 2004a.

<sup>107</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997 e UNEP, 2004a.

<sup>108</sup> *Ibid.*

<sup>109</sup> *Ibid* 107.

<sup>110</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997.

*Exigências de material:* Atualmente, existem poucas informações disponíveis sobre a exigência de materiais. No entanto, foi observado que esse processo exige gás argônio, gás oxigênio, cáustico e água de arrefecimento.<sup>111</sup>

*Portabilidade:* Sistemas de arco de plasma estão disponíveis tanto em forma portátil quanto fixa.<sup>112</sup>

*Saúde e segurança:* Como o processo do sistema de arco de plasma têm baixa produtividade, existem poucos riscos associados com a emissão de resíduos tratados parcialmente após falhas no processo.<sup>113</sup> Atualmente, existem poucas informações disponíveis sobre saúde e segurança.

*Capacidade:* Uma unidade de sistema de arco de plasma de 150 kW pode processar entre 1 e 3 t de resíduos por dia.<sup>114</sup>

*Outras questões práticas:* Deve ser ressaltado que metais ou compostos metálicos (e.g., arsênio) podem interferir com catalisadores ou causar problemas no descarte de remanescentes. Por exemplo, arsênio em resíduos de pesticidas exportados das Ilhas do Pacífico para descarte na Austrália via sistema de arco de plasma apresentaram problemas.

*Estado de comercialização:* A BCD Technologies Pty Ltd. opera duas instalações de plasma na Austrália: uma em Brisbane para PCBs e outros POPs e outra em Melbourne para tratar CFCs e halons. A BCD Technologies Pty Ltd. também opera uma instalação BCD para baixos níveis de PCBs e POPs e têm dois dessorçores para tratamento de sólidos contaminados.

### (i) Método de Decomposição de Plasma por Derretimento

*Descrição do Processo:* O método de decomposição de plasma por derretimento (PMD) é um método de destruição térmica para resíduos sólidos contendo ou contaminados por PCBs. Esses resíduos são envasados diretamente em recipientes, como barris ou baldes, sem trituração ou desmonte. No forno de plasma, uma tocha gera um gás de plasma a alta temperatura (ar) para que a temperatura do forno seja mantida para derreter os resíduos e os recipientes. Todas as substâncias orgânicas, incluindo PCBs, são decompostos em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e HCl sob as condições de altas temperaturas do forno de plasma, e materiais inorgânicos, incluindo metais, são oxidados para se tornarem entulho derretido. As temperaturas do forno de plasma excedem 1.400°C (Tagashira et al., 2006).

*Eficiência:* No Japão, uma instalação PMD piloto foi testada para tratamento PCB em 2006. O resultado demonstrou DEs variando entre 99.9999454-99.9999997 por cento e DREs variando entre 99.9999763-99.9999998 por cento (Tagashira et al., 2006).

*Tipos de resíduos:* Em instalações de escala comercial no Japão, resíduos sólidos contendo ou contaminados por PCBs, como balastos de lâmpadas fluorescentes, lamas, papel autocopiador e contaminantes secundários, podem ser tratados usando PMD (JESCO, 2009a).

*Pré-tratamento:* As instalações em escala comercial do Japão usam recipientes como barris e baldes nos quais os resíduos contaminados por PCB são misturados com agentes controladores de basicidade como calcário ou areia de sílica, conforme necessário, e colocados dentro do forno de plasma (JESCO, 2009).

*Emissões e resíduos:* A instalação de tratamento com derretimento de plasma da JESCO é capaz de cumprir com níveis de emissão ao ar de dioxinas abaixo dos 0.1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> (JESCO, 2009). Os níveis de emissão de dioxinas ao ar foram 0.0000043-0.068 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> em uma instalação em escala piloto (Tagashira et al., 2006). Juntamente com um sistema aprimorado de tratamento de gás, os níveis de emissão de dioxinas podem ser controlados na faixa dos 0.00001-0.001 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> (Tagashira et al., 2007).

*Controle de emissões e pós-tratamento:* No Japão, como uma forma de controle de poluição do gás de exaustão, sacos de filtros de dois estágios contendo calcário e injeção de carbono ativado pulverizado removem poeira, gases ácidos como HCl e Sox e dioxinas, enquanto torres catalizadoras com injeção de gás NH<sub>3</sub> removem NOx. O carbono ativado é aplicado no último estágio (Tagashira et al., 2006).

*Exigências de material:* É relatado que o PMD exige estoques de calcário e carbono ativado pulverizado (Tagashira et al., 2006). Para melhorar a fluidez dos entulhos derretidos, agentes de controle de basicidade como areia de sílica ou calcário também podem ser exigidos.

*Portabilidade:* O PMB está disponível apenas em unidades fixas (JESCO, 2009a).

<sup>111</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997 e UNEP, 2004a.

<sup>112</sup> Ver UNEP, 2004a.

<sup>113</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997 e UNEP, 2004a.

<sup>114</sup> *Ibid.*

*Capacidade:* No Japão, foi demonstrado que as duas instalações de tratamento operantes via derretimento de plasma são capazes de tratar 10.4 toneladas e 12.2 toneladas de resíduos contendo PCB por dia, respectivamente (JESCO, 2009a; JESCO, 2013).

*Estado de comercialização:* No Japão, a instalação de derretimento de plasma da JESCO em Kitakyushu usa tratamento PMD para tratar 10.4 toneladas de resíduos PCB por dia em escala comercial desde julho de 2009 (JESCO, 2009a); o mesmo tipo de instalação em Hokkaido tem a capacidade de tratar 12.2 toneladas de resíduos PCB por dia e tinha o começo das operações planejado para o outono de 2013 (JESCO, 2013).

*Informações adicionais:* Ver o seguinte website para informações adicionais:

<http://www.jesconet.co.jp/eg/pdf/plasma.pdf>.

#### (j) **Oxidação em água supercrítica (SCWO) e oxidação em água subcrítica**<sup>115</sup>

*Descrição do processo:* A SCWO e a oxidação subcrítica de água tratam resíduos em um sistema fechado usando um oxidante (como oxigênio, peróxido de hidrogênio, nitrito, nitrato, etc.) em água a temperaturas e pressões acima do ponto crítico da água (374°C e 218 atmosferas) e abaixo de condições subcríticas (370°C e 262 atmosferas). Sob essas condições, materiais orgânicos se tornam altamente solúveis na água e são oxidados para produzir dióxido de carbono, água, e ácidos ou sais inorgânicos.

*Eficiência:* DEs maiores que 99.999 por cento e DREs maiores que 99.9999 por cento foram relatados para clordano, DDT e PCBs tratados via SCWO (Ministério Japonês do Meio Ambiente, 2004). DEs maiores que 99.999999 por cento e DREs maiores que 99.9999999 por cento foram relatadas para oxidação em água subcrítica (Ministério Japonês do Meio Ambiente, 2004). DREs de até 99.9999 também foram demonstradas para PCDDs em testes de escala laboratorial.<sup>116</sup> SCWO vêm demonstrando eficiência no tratamento de químicos tóxicos clorados como PCBs, pesticidas e retardadores de chamas (Marrone and Hong, 2007). Ao todo, SCWO geralmente tem uma DE maior que 99.99 por cento para uma grande variedade de compostos orgânicos (Marrone e Hong, 2007).

*Tipos de resíduos:* Acredita-se que a SCWO e a oxidação em água subcrítica sejam aplicáveis a todos os POPs (Fundação Japonesa de Gerenciamento de Resíduos Industriais, 2005).<sup>117</sup> Tipos aplicáveis de resíduos incluem resíduos aquosos, óleos, solventes e sólidos com diâmetro abaixo de 200 µm. O conteúdo orgânico dos resíduos é limitado abaixo de 20 por cento por peso.<sup>118</sup>

*Pré-tratamento:* Resíduos concentrados podem necessitar de diluição anterior ao tratamento SCWO para reduzir seu conteúdo orgânico para abaixo de 20 por cento do peso. Caso sólidos estejam presentes, eles devem ser reduzidos para menos de 200 µm de diâmetro. Outras opções de processamento incluem a adição de combustíveis a resíduos de baixa concentração, co-processamento de resíduos diluídos e concentrados e desagumamento parcial de lamas, entre outros. No caso da oxidação em água subcrítica, a diluição dos resíduos não é necessária.

*Emissões e resíduos:* Condições tipicamente operantes costumam estar acima da faixa crítica de 500°C–650°C e 25 Mpa com tempo de retenção no reator de menos de um minuto para destruição completa. Sob essas condições, PCDD/PCDF, NOx e outros subprodutos tóxicos não são formados em SCWO. Durante a destruição de PCB em escala laboratorial, vem sendo demonstrado que a tecnologia SCWO tem o potencial de formar grandes concentrações de PCDFs durante a degradação de PCB até mesmo em temperaturas de operação prática (Weber, 2004). Foi relatado que emissões contém óxidos de nitrogênio ou gases ácidos como cloreto de hidrogênio ou óxidos de enxofre e que os remanescentes do processo consistem em água e sólidos caso os resíduos contenham sais inorgânicos ou compostos orgânicos com halogênios, enxofre ou fósforo.<sup>119</sup> As informações sobre concentrações de químicos não destruídos são limitadas.<sup>120</sup> O processo é projetado para que emissões e resíduos possam ser capturados para reprocessamento caso necessário.<sup>121</sup>

*Controle de emissões e pós-tratamento:* Atualmente, não existem informações específicas disponíveis sobre exigências de pós-tratamento.

<sup>115</sup> Informações adicionais podem ser encontradas em CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2001; e UNEP, 2004a.

<sup>116</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; e Vijgen, 2002.

<sup>117</sup> Ver UNEP, 2004a.

<sup>118</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; e Vijgen, 2002.

<sup>119</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997.

<sup>120</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997 e UNEP, 2004a.

<sup>121</sup> Ver UNEP, 2004a.

*Exigências de energia:* Espera-se que as exigências de energia sejam relativamente altas devido às combinações de altas temperaturas e pressões. No entanto, foi afirmado que contanto que conteúdo relativamente alto de hidrocarboneto esteja presente na entrada, não é necessária energia adicional para aquecer o forno a temperaturas supercríticas.<sup>122</sup>

*Exigências de material:* Reservatórios de reação para esses processos devem ser feitos de materiais capazes de resistir à corrosão causada por íons halogenados.<sup>123</sup> A corrosão de material pode ser severa devido às temperaturas e pressões altas utilizadas nos processos. No passado, o uso de ligas de titânio foi proposto para resolver esse problema. Atualmente os fornecedores afirmam que esse problema foi superado por meio do uso de materiais avançados e design bem projetado.<sup>124</sup>

*Portabilidade:* As unidades de SCWO e oxidação em água subcrítica são usadas atualmente em configurações fixas, mas acredita-se que elas também sejam portáteis.<sup>125</sup>

*Saúde e segurança:* As altas temperaturas e pressões usadas nos processos exigem precauções especiais de segurança.<sup>126</sup>

*Capacidade:* Atualmente, unidades de demonstração de SCWO são capazes de tratar 500 kg/h, enquanto unidades a larga escala serão projetadas para tratar 2.700 kg/h.<sup>127</sup>

*Outras questões práticas:* Os designs mais antigos tinham problemas de confiabilidade, corrosão e entupimento. Atualmente os fornecedores afirmam ter resolvido esses problemas por meio do uso de designs especiais para os reatores e materiais resistentes à corrosão.<sup>128</sup>

*Estado de comercialização:* Uma instalação SWCO comercial a larga escala com capacidade de tratar 2 toneladas de resíduos por dia foi instalada em 2005 e está operante até hoje no Japão (JESCO, 2009d). Além disso, o processo SCWO foi aprovado para desenvolvimento e uso em larga escala no programa de destruição de armas químicas dos Estados Unidos.

#### (k) Produção térmica e metalúrgica de metais

*Descrição do processo:* Os processos descritos abaixo são primeiramente projetados para a recuperação de ferro e metais não ferrosos (NFM), e.g., alumínio, zinco, chumbo, e níquel de minérios concentrados bem como de matérias primas secundárias (intermediários, resíduos, sucata). No entanto, devido a sua natureza, os processos também são usados em alguns casos de forma comercial para a destruição de conteúdo POP de resíduos adequados (ver parágrafo 298). Uma descrição geral de alguns dos processos seguintes também pode ser encontrada nos documentos de referência BAT europeus para indústrias de NFM (Comissão Europeia, 2001a e 2001b):

- (a) Processos que são relevantes para a destruição do conteúdo POP em resíduos contendo ferro usam alguns tipos de alto-fornos, fornos de cuba ou fornos de soleira. Todos esses processos operam sob atmosferas redutoras e a temperaturas altas (1.200°C–1.450°C). As atmosferas redutoras e as altas temperaturas destroem PCDDs e PCDFs contidos nos resíduos e evitam síntese de novo. Os processos de alto forno e forno de cuba usam coque e pequenas quantidades de outros agentes de redução para reduzir a entrada contendo ferro em ferro fundido. Não existem emissões direta de gás de processamento, já que o gás é usado como combustível secundário. Nos processos de forno de soleira, o material contendo ferro é carregado em um forno multi-soleira juntamente com carvão. O óxido de ferro é diretamente reduzido para ferro reduzido diretamente (DRI) sólido. Em uma segunda etapa, o ferro reduzido é fundido em um forno de arco elétrico para produzir ferro fundido.
- (b) Alguns processos relevantes para a destruição do conteúdo POP em resíduos contendo NFMs são o processo de forno rotativo Waelz e processos de fundição em banheira usando fornos verticais ou horizontais. Esses processos são redutores, atingem temperaturas de 1.200°C e usam arrefecimento rápido para que os PCDDs e PCDFs sejam destruídos e a síntese de novo seja evitada. No processo Waelz, poeiras siderúrgicas contendo zinco, lamas, bolos de filtro, etc. são peletizados e fundidos com um redutor.

<sup>122</sup> Ver Rahuman et al., 2000.

<sup>123</sup> Ver Vijgen, 2002.

<sup>124</sup> *Ibid.*

<sup>125</sup> Ver UNEP, 2004a e Vijgen, 2004.

<sup>126</sup> Ver CMPS&F – Environment Australia, 1997.

<sup>127</sup> Ver UNEP, 2004a e Vijgen, 2002.

<sup>128</sup> *Ibid.*

Em uma temperatura de 1.200°C, o zinco volatiliza e é oxidado em “Óxido Waelz”, que é coletado em uma unidade de filtro. No processo de banheira vertical, resíduos contendo cobre são usados como catalisadores e fundidos em temperaturas de ao menos 1.200°C. A poeira do filtro é usada para produção de zinco e compostos de zinco. No processo de banheira horizontal, resíduos contendo chumbo e concentrados de minério são carregados continuamente em uma banheira de fundição que tem uma zona de oxidação e uma zona de redução a temperaturas entre 1.000°C e 1.200°C. O gás do processo (concentração de dióxido de enxofre acima de 10 por cento) é usado para produção de ácido sulfúrico após a recuperação de calor e remoção de pó. A poeira do processo é reciclada após lixiviação de cádmio.

As orientações de BAT e BEP relevantes ao Artigo 5 e o Anexo C da Convenção de Estocolmo sobre processos térmicos na indústria metalúrgica devem ser usadas e aplicadas a essa tecnologia (UNEP, 2007).

*Eficiência:* Dados sobre DE ou DRE não estão disponíveis.

*Tipos de resíduos:* Os processos descritos no parágrafo 295 acima são específicos para o tratamento dos seguintes resíduos:

- (a) Resíduos de processos de fabricação de ferro e aço como poeiras ou lamas do tratamento de gás ou carepa que podem estar contaminados com PCDDs e PCDFs;
- (b) Poeiras de filtros siderúrgicos que contém zinco, poeiras de sistemas de limpeza de gás de fundições de cobre, etc. e resíduos de lixiviação contendo chumbo provenientes da produção de NMF que podem estar contaminados com PCDDs e PCDFs; ou
- (c) Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos contendo POP-PBDEs (Brusselsaers et al, 2006).

*Pré-tratamento:* Materiais contendo ferro reciclados pelo processo de alto-forno tradicional exigem pré-tratamento em uma instalação de aglomeração. Para o processo com forno de cuba (forno “Oxycup”) os resíduos contendo ferro são briquetados. Briquetagem é um processo a frio no qual um ligante e água são adicionados aos resíduos, que então são esmagados em briquetes, secados e endurecidos. Geralmente não é necessário pré-tratamento para o processo de forno multi-soleira, apesar de em alguns casos especiais os sólidos finos podem necessitar serem peletizados. A peletização envolve a adição de água e a formação de pellets em um barril. Pré-tratamento especial para materiais contaminados por POPs normalmente não é necessário para NFM.

*Emissões e resíduos:* Na produção de ferro e NFM, PCDDs e PCDFs podem ser emitidos durante o processo ou a jusante no sistema de tratamento de efluente gasoso. No entanto, a aplicação de BAT deve prevenir, ou ao menos minimizar, essas emissões. Quando os processos descritos no parágrafo 295 acima são usados para a destruição do conteúdo POP nos resíduos, são necessárias técnicas adequadas de controle de emissões e pós-tratamento (ver o parágrafo 301 abaixo). Quando essas técnicas são empregadas, as emissões de PCDDs e PCDFs ao ar provenientes dos processos descritos no parágrafo 295 são abaixo de 0.1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>. Os entulhos são, em muitos casos, usados para construção. Para metais ferrosos, as emissões podem ocorrer a partir do pré-tratamento em uma instalação de aglomeração e também no efluente gasoso dos fornos de fundição. Remanescentes dos sistemas de remoção de pó são majoritariamente usados na indústria NFM. O efluente gasoso de fornos multi-soleira tem o pó removido por um ciclone, passa por pós-combustão e é arrefecido e limpo com a adição de adsorvente e o uso de um filtro em forma de saco. O efluente gasoso de fornos de fundição também passa por pós-combustão e é arrefecido antes de ser misturado com o efluente gasoso de fornos multi-soleira para a etapa de adsorção conjunta. Para NFM, os remanescentes incluem poeiras do filtro e lamas do tratamento de águas residuais.

*Controle de emissões e pós-tratamento:* O controle de temperaturas e arrefecimento rápido são meios adequados de minimizar a formação de PCDD e PCDF. Os gases do processo exigem tratamento para remoção de poeira que consiste basicamente de metais ou óxidos de metal bem como dióxido de enxofre na fundição de materiais sulfídicos. Na indústria de metais ferrosos, resíduos gasosos de instalações de aglomeração são tratados via um precipitador eletrostático seguido de tratamento adicional do efluente gasoso, e.g., com o uso de técnicas de adsorção seguidas de um filtro adicional. Os efluentes gasosos de fornos multi-soleira têm a poeira removida por um ciclone e são sujeitos a tratamento via pós-combustão, arrefecimento, e limpeza adicional via adição de adsorvente seguida pelo uso de um filtro de saco. Os efluentes gasosos dos fornos de fundição também exigem pós-combustão e arrefecimento e são então combinados com o fluxo de efluente gasoso dos fornos multi-soleira para tratamento adicional com adição de adsorvente seguida pelo uso de um filtro. Na produção de NFM, técnicas adequadas de tratamento incluem o uso de, *inter alia*, filtros de tecido, precipitadores ou depuradores eletrostáticos, instalações de ácido sulfúrico, e técnicas de adsorção com carbono ativado.

*Exigências de energia:* Processos de produção de ferro e NFM são intensivos em energia com diferenças significativas entre diferentes metais. O tratamento do conteúdo POP em resíduos via esses processos exige pouca energia adicional.

*Exigências de material:* Para a produção de metais, matérias primas (minérios, concentrados ou material secundário) são usadas conjuntamente com aditivos (e.g., areia, calcário), redutores (carvão e coque) e combustíveis (óleo e gás). O controle de temperatura para evitar a síntese de novo de PCDDs e PCDFs exige água de arrefecimento adicional.

*Portabilidade:* Fundidores de metal são instalações grandes e fixas.

*Saúde e segurança:* O tratamento de resíduos nos processos térmicos pode ser considerado seguro caso adequadamente operado e projetado.

*Capacidade:* Os fundidores de metal descritos acima têm capacidades de alimentação de acima de 100.000 toneladas por ano. A experiência atual com adição de resíduos contaminados com POPs envolve quantidades bem menores mas a capacidade de tratamento de quantidades maiores pode existir e está sendo explorada.

*Outros problemas práticos:* Nenhum.

*Estado de comercialização:* A produção de ferro fundido a partir da produção de materiais contendo ferro e aço em um alto-forno convencional está operante já faz alguns anos na Alemanha (<http://www.dk-duisburg.de>), onde um forno de cubo (forno “Oxycup”) opera desde 2003 (<http://www.thyssenkrupp.com>). O processo de forno de soleira está operante em escala industrial em Luxemburgo desde 2003 ([www.paulwurth.com](http://www.paulwurth.com)), e também opera na Itália ([www.lucchini.it](http://www.lucchini.it)). O processo de forno rotativo Waelz é bem estabelecido e é abordado por BAT, e está em operação em vários lugares da Europa (<http://www.befesa-steel.com>). O processo de banheira de fundição vertical está operante na Alemanha (<http://www.aurubis.com>), como é o caso do processo de banheira de fundição horizontal ([www.berzelius.de](http://www.berzelius.de)).

### **3. Outros métodos de descarte quando nem a destruição nem a transformação irreversível é a opção ambientalmente preferível**

Quando nem a destruição nem a transformação irreversível é a opção ambientalmente preferível para resíduos com um conteúdo POP acima do conteúdo baixo de POP referido na subseção A da seção III acima, os países podem permitir que esses resíduos sejam descartados via métodos que não os referidos na subseção IV.G.2.

Resíduos contendo ou contaminados por POPs onde outros métodos de descarte podem ser considerados incluem, mas não estão limitados a:

- (a) Resíduos de centrais de energia e outras instalações de combustão (exceto as listadas no subparágrafo (d) abaixo), resíduos da indústria do ferro e aço e de alumínio, aço, zinco, cobre e outros não ferrosos da metalurgia térmica. Esses resíduos incluem cinzas de fundo, alumínio, entulhos, escórias de sal, cinzas volantes, poeira de caldeira, efluente gasoso e outras partículas e poeira, resíduos sólidos do tratamento de gás, impurezas negras, resíduos do tratamento de escórias de sal e impurezas negras, impurezas e escumas;
- (b) Revestimentos com base em carbono e outros revestimentos e refratários de processos metalúrgicos;
- (c) Os seguintes resíduos de construção e demolição:
  - (i) Misturas de, ou frações separadas de concreto, tijolos, azulejos e cerâmica;
  - (ii) A fração inorgânica de terra e pedras, incluindo terras escavadas de áreas contaminadas;
  - (iii) Resíduos de construção e demolição contendo PCBs, a não ser equipamentos contendo PCBs;
- (d) Resíduos de incineração ou pirólise de resíduos, incluindo resíduos sólidos do tratamento de gás, cinzas de fundo, escombros, cinzas volantes e poeiras de caldeira; e
- (e) Resíduos vitificados e resíduos de vitrificação, incluindo cinzas volantes e outros resíduos do tratamento de efluentes gasosos e resíduos não vitificados em fase sólida.

A autoridade relevante do país deve estar certa de que nem a destruição nem a transformação irreversível do conteúdo POP, realizada via melhores práticas ambientais ou melhores técnicas disponíveis, é a opção ambientalmente preferível.

Outros métodos de descarte quando nem a destruição nem a transformação irreversível é a opção ambientalmente preferível incluem os seguintes:

**(a) Aterro especialmente projetado**<sup>129</sup>

Qualquer aterramento deve ser realizado de forma a minimizar o potencial do conteúdo POP que entrará em contato com o meio ambiente. Isso pode ser alcançado via pré-tratamento, e.g., um processo de solidificação adequado. Um aterro especialmente projetado deve cumprir com exigências de localização, condicionamento, gerenciamento, controle, encerramento e medidas preventivas e protetivas a serem tomadas contra quaisquer ameaças ao meio ambiente tanto a curto quanto a longo prazo. As medidas devem prevenir, especialmente, a poluição das águas subterrâneas via lixiviado ou infiltração no solo. A proteção do solo, águas subterrâneas e águas de superfície devem ser alcançadas por meio de uma combinação entre barreira geológica e um sistema de revestimento de fundo sintético durante a fase operacional e por meio da combinação entre uma barreira geológica e um revestimento superior durante as fases de encerramento e pós-encerramento. Medidas devem ser tomadas para prevenir e reduzir a produção de gases e, conforme adequado, introduzir sistemas de coleta de gás e de controle.

Químicos, incluindo POPs, encontrados em lixiviado e descarregados no ambiente receptor podem ter impacto no meio ambiente e saúde humana. Tecnologias para o tratamento de lixiviado na própria instalação devem existir para reduzir e prevenir lixiviado tóxico de penetrar o meio ambiente. O lixiviado pode ser tratado através do uso de tratamentos físico-químicos ou biológicos ou tecnologias avançadas de tratamento como a filtração com carbono ativado, osmose reversa e nanofiltração, entre outros.

Além disso, um procedimento uniforme de aceitação de resíduos baseado em um processo de classificação para resíduos aceitáveis, incluindo valores limite padronizados, deve ser introduzido. Ainda, procedimentos de monitoramento durante as fases de operação e pós-encerramento de um aterro devem ser estabelecidos para identificar quaisquer efeitos ambientais adversos causados pelo aterro e tomar as medidas corretivas adequadas. Um procedimento específico de autorização deve ser introduzido para o aterro. O contrato de autorização deve incluir especificações pertinentes aos tipos e concentrações dos resíduos que serão aceitos, sistemas de controle de lixiviado e gases, monitoramento, segurança, e encerramento e pós-encerramento.

Os seguintes resíduos contendo ou contaminados por POPs não são adequados para descarte em aterros especificamente projetados:

- (a) Líquidos e materiais contendo líquidos livres;
- (b) Resíduos orgânicos biodegradáveis;
- (c) Recipientes vazios, a menos que sejam esmagados, triturados ou similarmente reduzidos em volume; e
- (d) Explosivos, sólidos inflamáveis, materiais autoaquecedores que entram em combustão espontânea, materiais que reagem com a água, sólidos pirofóricos, resíduos autoreativos, oxidantes, peróxidos orgânicos, e resíduos corrosivos e infecciosos.

**(b) Armazenamento permanente em minas e formações subterrâneas**

O armazenamento permanente em instalações subterrâneas em minas de sal e formações de rochas duras geohidrologicamente isoladas é uma opção para separação de resíduos perigosos da biosfera para períodos de tempo geológicos. Uma avaliação de segurança da área específica, de acordo com a legislação nacional pertinente, como as disposições contidas na Decisão do Conselho Europeu 2003/33/EC de 19 de dezembro de 2002 (estabelecendo critérios e procedimentos para a aceitação de resíduos em aterros de acordo com o Artigo 16 e o Anexo II da Diretiva do Conselho 1999/31/EC), Anexo, apêndice A, deve ser realizada para cada instalação de armazenamento subterrâneo planejada.

Resíduos devem ser descartados de modo a excluir qualquer reação indesejável entre resíduos diferentes ou entre resíduos e revestimentos do armazenamento, via o armazenamento de resíduos em recipientes quimicamente e mecanicamente seguros, entre outros. Resíduos que são líquidos, gasosos, emitem gases tóxicos ou são explosíveis, inflamáveis ou infecciosos não devem ser armazenados em minas subterrâneas. Autorizações operacionais devem definir, de modo geral, os tipos de resíduos que devem ser excluídos.

As seguintes características devem ser consideradas na seleção de armazenamento permanente para o descarte de resíduos POP:

- (a) Cavernas ou túneis usados para armazenamento devem ser completamente separados de áreas de mineração ativas e áreas que podem ser reabertas para mineração;

<sup>129</sup> Maiores informações estão disponíveis em UNEP, 1995c, e nas legislações nacionais pertinentes como a Decisão do Conselho [Europeu] 1999/31/EC de 26 de abril de 1999 sobre o aterramento de resíduos.

(b) Cavernas ou túneis devem ser localizados em formações geológicas que são bem abaixo das zonas de águas subterrâneas ou em formações que sejam completamente isoladas por camadas impermeáveis de rocha ou argila das áreas que contém água;

(c) Cavernas e túneis devem ser localizados em formações geológicas que são extremamente estáveis e não em áreas sujeitas a terremotos.

#### 4. Outros métodos de descarte quando o conteúdo de POP é baixo

Caso resíduos com um conteúdo POP baixo não sejam descartados usando os métodos descritos acima, eles devem ser descartados de forma ambientalmente segura de acordo com a legislação nacional pertinente e regras, padrões e orientações internacionais, incluindo orientações técnicas específicas desenvolvidas sob a Convenção da Basileia.

Dependendo, *inter alia*, do tipo de fluxo de resíduos em questão, o método de destruição adequado deve ser escolhido para gerenciar-lo de forma ambientalmente segura. Por exemplo, orientações técnicas sobre o ESM de vários fluxos de resíduos foram desenvolvidas sob a Convenção da Basileia e estão disponíveis em [www.basel.int](http://www.basel.int).

Exemplos de legislação nacional pertinente são dados no anexo II da presente orientação.

## H. Reabilitação de áreas contaminadas

### 1. Identificação de áreas contaminadas

Em particular, práticas inadequadas de manejo e armazenamento podem levar a emissões de POPs em áreas que armazenam esses químicos, resultando na contaminação da área com altos níveis de POPs que podem representar sério perigo à saúde. A identificação dessas áreas é o primeiro passo para lidar com preocupações potenciais.

A identificação dessas áreas pode ser realizada via uma abordagem por fases, incluindo:

- (a) Identificação de áreas suspeitas, como áreas envolvidas atualmente ou historicamente em:
  - (i) Fabricação de POPs;
  - (ii) Outros processos listados no Anexo C da Convenção de Estocolmo levando a criação de POPs não intencionais;
  - (iii) A formulação de pesticidas e preenchimento e reenchimento de transformadores;
  - (iv) Uso e armazenamento de POPs, como a aplicação de pesticidas e colocação de transformadores; e
  - (v) Descarte de resíduos POP;
- (b) Revisão de informações históricas e atuais pertinentes à área suspeita;
- (c) Um programa de teste inicial para confirmar a presença ou ausência dos contaminantes suspeitos e caracterizar as condições físicas da área suspeita; e
- (d) Um programa de teste detalhado para identificar a natureza da contaminação da área e reunir quaisquer informações adicionais necessárias.

Informações sobre identificação de área contaminada estão amplamente disponíveis. Por exemplo, O Grupo Expert em POPs da Organização do Desenvolvimento Industrial das Nações Unidas (UNIDO) desenvolveu um conjunto de ferramentas abrangentes com o objetivo de assistir países em desenvolvimento com a identificação, classificação e priorização de áreas contaminadas por POPs e com o desenvolvimento de tecnologias adequadas para a recuperação das áreas, de acordo com melhores técnicas disponíveis e melhores práticas ambientais disponíveis (BAT/BEP) (UNIDO, 2010). Outras informações podem ser encontradas no *Manual de referência para avaliação da contaminação do solo* (FAO, 2000) e no *Documento de orientação sobre o gerenciamento de áreas contaminadas no Canadá* (Conselho Canadense de Ministros do Meio Ambiente, 1997).

### 2. Remediação Ambientalmente Segura

Os critérios para áreas contaminadas, desenvolvidos por Governos, usando técnicas de avaliação de risco são utilizados como metas gerais na recuperação de áreas. Critérios separados podem ser desenvolvidos ou adotados para terras, sedimentos e águas subterrâneas. Uma distinção é frequentemente feita entre critérios de qualidade do solo dependendo o uso da área: industrial (critério menos rígido), comercial, residencial, ou agrícola (critério mais rígido). Exemplos desses critérios podem ser encontrados no Decreto Federal Alemão sobre Proteção do Solo e

Áreas Contaminadas, o Decreto Suíço sobre Cargas no Solo e as Orientações Canadenses sobre Qualidade Ambiental.<sup>130</sup>

Informações sobre métodos atualmente usados para a recuperação de áreas contaminadas por POPs, incluindo orientações sobre avaliação de áreas, programas de recuperação e avaliação de risco, estão disponíveis em várias fontes, incluindo:<sup>131</sup>

- (b) Concelho Canadense de Ministros do Meio Ambiente, 1997. *Documento de orientação sobre o gerenciamento de áreas contaminadas no Canadá*. Disponível em: [www.ccme.ca](http://www.ccme.ca).
- (c) FAO, 2001. *Manual de treinamento sobre inventário de pesticidas obsoletos*, Série sobre Descarte de Pesticidas No. 10. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org).
- (d) Mesa Redonda Federal sobre Tecnologias de Recuperação (FRTR), 2002. *Guia de Referência e Matriz de Triagem de Tecnologias de Recuperação, Versão 4.0*. Disponível em: [www.frtr.gov/matrix2/top\\_page.html](http://www.frtr.gov/matrix2/top_page.html).
- (d) Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA):

<http://www.epa.gov/superfund/>

[http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/risk\\_superfund.htm](http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/risk_superfund.htm)

<http://www.epa.gov/superfund/cleanup/pasi.htm>, <http://www.epa.gov/superfund/policy/remedy/sfremedy/rifs.htm>,  
<http://www.epa.gov/superfund/cleanup/rdra.htm>

- (e) Engenheiros do Corpo do Exército Norte Americano, 2003. *Aspectos de Segurança e Saúde das Tecnologias de Recuperação HTRW*. Disponível em:  
[http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/EM\\_1110-1-4007\\_sec/EM\\_1110-1-4007.pdf](http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/EM_1110-1-4007_sec/EM_1110-1-4007.pdf); e
- (f) Vijgen, 2002. "NATO/CCMS Estudo Piloto: Avaliação de Tecnologias Emergentes e Demonstradas para o Tratamento de Solos e Águas Subterrâneas Contaminadas." Disponível em: <https://www.clu-in.org/download/partner/2001annualreport.pdf>.

## I. Saúde e segurança<sup>132</sup>

Em geral, existem três maneiras principais de proteger trabalhadores e membros do público contra perigos químicos (em ordem de preferência):

- (a) Manter trabalhadores e membros do público longe de todas as possíveis fontes de contaminação;
- (b) Controlar os contaminantes para que a possibilidade de exposição seja minimizada; e
- (c) Proteger os trabalhadores garantindo que eles usem equipamentos de proteção pessoal.

Informações sobre saúde e segurança também estão disponíveis em ILO (ILO, 1999a and 1999b), WHO (WHO, 1995 e 1999), IPCS INCHEM (várias datas) e o Executivo de Saúde e Segurança do Reino Unido (Ver *Proteção de trabalhadores e do público geral durante o desenvolvimento da área contaminada*), Nota de Orientação HS (G) 66-H HMSO). Exemplos de implementação prática podem ser encontrados em UNEP, 2001.

Planos de saúde e segurança no manejo de resíduos POP devem estar implementados em todas as áreas para garantir a proteção de todas as pessoas dentro e próximas dessas áreas. O plano de saúde e segurança de cada instalação deve ser desenvolvido por um profissional de saúde e segurança treinado e com experiência em gerenciar riscos de saúde associados com a instalação POP específica.

Todos os planos de saúde e segurança devem aderir aos princípios acima e reconhecer padrões trabalhistas nacionais e locais. A maioria dos programas de saúde e segurança reconhecem vários níveis de segurança, com níveis de risco dependendo da área em questão e da natureza dos materiais contaminados lá encontrados. O nível de proteção fornecido aos trabalhadores deve corresponder com o nível de risco ao qual eles são expostos.

<sup>130</sup> Ver Concelho Canadense de Ministros do Meio Ambiente, 2002, e anexo II (exemplos de legislação nacional pertinente) abaixo.

<sup>131</sup> Para referências completas, ver o anexo III (bibliografia) abaixo.

<sup>132</sup> Maiores informações sobre saúde e segurança estão disponíveis em ILO, 1999a e 1999b; WHO, 1995 e 1999; e IPCS INCHEM, sem data. Para referências completas, ver o anexo III (bibliografia) abaixo.

Diferentes fluxos de resíduos POP podem apresentar diferentes riscos dependendo da toxicidade e exposição. Os níveis de risco devem ser estabelecidos e cada situação deve ser avaliada por profissionais de saúde e segurança. Dois tipos de situações são discutidos abaixo: situações de maior e menor risco.

### 1. Situações de maior risco

As situações de maior risco ocorrem quando altas concentrações de POPs ou grandes volumes de resíduos POPs são encontrados e existe grande potencial de risco de exposição aos trabalhadores ou a população geral. Nessas situações, esforços especiais devem ser feitos para minimizar a exposição pública. Além disso, orientações devem ser fornecidas para garantir que o público esteja ciente do potencial de risco e das medidas a serem tomadas em caso de exposição.

Orientações técnicas específicas sobre resíduos POP identificarão situações de alto risco relevantes aos POPs específicos que elas cobrem.

Não existe definição quantitativa internacional para altos volumes ou altas concentrações. Os trabalhadores e empregadores podem ser guiados por aconselhamento e opiniões de profissionais de saúde e segurança, representantes trabalhistas, literatura científica e autoridades do governo. Situações de alto risco podem ocorrer:

- (a) Em áreas produzindo, manejando e/ou usando POPs;
- (b) Em estoques ou áreas de grande volume de armazenamento de químicos ou resíduos POP;
- (c) Em dependências para o tratamento ou descarte de resíduos POP;
- (d) Em instalações contaminadas com grandes concentrações de POPs na (ou perto da) superfície;

O planejamento de saúde e segurança para situações de alto risco devem incluir, no mínimo, os seguintes elementos:

- (a) Um plano de saúde e segurança por escrito (HASP) deve ser desenvolvido e publicado em cada área;
- (b) Trabalhadores que irão acessar a área devem ler o HASP e assinar uma declaração confirmando sua leitura e entendimento;
- (c) O HASP pode ser escrito de forma a abranger todos os perigos da área mas deve ter uma seção ou capítulo específico detalhando os procedimentos para POPs;
- (d) Os trabalhadores devem estar presentes na área apenas quando necessário para operar ou inspecionar equipamentos ou materiais armazenados;
- (e) Os trabalhadores acessando a área devem ter treinamento operacional e de saúde e segurança adequados para lidar com perigos químicos, físicos e biológicos;
- (f) O treinamento de saúde e segurança deve ser realizado anualmente;
- (g) O monitoramento de rotina do ar deve ser realizado para detectar a presença de contaminantes POP;
- (h) Medidas protetivas coletivas como um sistema ativo de controle úmido (e.g., para prevenir que a poeira se torne suspensa) e sistemas de cobertura passiva (e.g., camadas de polietileno de alta densidade seladas e impermeáveis para reduzir a difusão de vapor e poeira) podem ser aconselhados;
- (i) Quando adequado, trabalhadores adentrando a área devem usar proteção respiratória adequada, e tecidos impermeáveis devem cobrir todo o corpo (i.e., macacões protetores com capuz, proteção facial, luvas e botas de proteção ou bodysuits inteiros);
- (j) Kits de limpeza de derramamentos e materiais de descontaminação pessoal devem estar presentes em todas as áreas contendo POPs;
- (k) Os trabalhadores que entram rotineiramente em áreas que contêm POPs, ou que manejam POPs devem passar por check-ups médicos;
- (l) Caso os POPs sejam manejados em um sistema aberto ou quando espera-se que a vestimenta de proteção de um trabalhador seja contaminada por POPs, uma zona de redução de contaminantes deverá ser estabelecida, onde os trabalhadores possam ser descontaminados e remover seus equipamentos de proteção;
- (m) O HASP e os procedimentos gerais de trabalho devem ser revisados ao menos anualmente e revisados caso seja necessário melhorar a saúde e a segurança na área.

## 2. Situações de menor risco

Como é o caso com volume e concentrações altas, não existe definição quantitativa de volumes e concentrações baixas. Os termos devem, portanto, ser definidos pela comparação dos níveis de contaminantes com as orientações do governo ou pela condução de avaliações de risco na área específica. Situações de baixo risco podem ocorrer:

- (a) Em áreas que contenham materiais contaminados por POPs em poucas quantidades ou em baixa concentração;
- (b) Em salas de armazenamento controladas que contem pequenas quantidades de POPs; e
- (c) Em áreas contaminadas com baixas concentrações de POPs ou onde a contaminação não entra em contato direto com pessoas.

Apesar do nível de risco baixo que as situações acima apresentam, algumas medidas de saúde e segurança devem ser tomadas para minimizar a exposição, incluindo treinamento de saúde e segurança do pessoal que entrará em contato com POPs.

## J. Resposta de emergência<sup>133</sup>

Planos de resposta emergencial devem existir para todos os POPs em produção, uso, armazenamento e transporte ou em áreas de descarte, de acordo com os perfis de risco e exposição de cada POP. Apesar de os planos de resposta de emergência variarem para cada situação e cada POP, os elementos principais de um plano de resposta incluem:

- (a) Identificação de todos os perigos, riscos e acidentes potenciais;
- (b) Identificação de legislação nacional e local relevantes governando os planos de resposta;
- (c) Planejamento para situações de emergência previstas e possíveis respostas a elas;
- (d) Manutenção de um inventário completo e atualizado de todos os POPs na área;
- (e) Treinamento de pessoal em atividades de resposta, incluindo exercícios de simulação e primeiros socorros;
- (f) Manutenção de capacidade de respostas móveis a derramamentos ou contratação dos serviços de uma firma especializada em derramamentos;
- (g) Notificação dos bombeiros, polícia e outras agências governamentais de resposta a emergências da localização dos POPs e suas rotas de transporte;
- (h) Instalação de medidas de mitigação como sistemas de supressão de fogo, equipamento de contenção de derrames, combate a incêndios com água, alarmes de derrame, e barreiras;
- (i) Instalação de sistemas de comunicação de emergência, incluindo placas indicando saídas de emergência, números de telefone, localização dos alarmes e instruções de resposta;
- (j) Instalação e manutenção de kits de resposta a emergência contendo adsorventes, equipamentos de proteção pessoal, extintores de incêndio portáteis e materiais de primeiros-socorros;
- (k) Integração dos planos de emergência da instalação com planos locais, regionais, nacionais e globais, caso adequado; e
- (l) Teste regular de equipamentos de resposta emergencial e revisão de planos de emergência.

Os planos de resposta a emergências devem ser preparados conjuntamente por equipes interdisciplinares que incluam pessoal especializado em resposta de emergência, medicina, química e questões técnicas além de representantes trabalhistas. Quando aplicável, representantes de comunidades potencialmente impactadas devem ser incluídos.

## K. Participação Pública

A participação pública é um princípio central da Declaração da Basileia sobre Gerenciamento Ambientalmente Seguro, de 1999, e de vários outros acordos internacionais. É essencial que o público e todas as partes interessadas tenham a chance de participar no desenvolvimento de políticas relacionadas a POPs, no planejamento de programas, o desenvolvimento de legislação, a revisão de documentos e dados, e a tomada de decisões sobre questões locais relacionadas a POPs. Os Parágrafos 6 (g) e (h) da Declaração da Basileia refletem um acordo de aprimoração e fortalecimento de esforços e cooperação para alcançar gerenciamento ambientalmente seguro com relação a melhora na troca de informações, educação e conscientização em todos os setores da sociedade; e cooperação e parceria em

<sup>133</sup> Maiores informações sobre planos de resposta de emergência podem ser encontradas em outras orientações desenvolvidas por organizações internacionais, como os Princípios Básicos de Prevenção, Preparo e Resposta a Acidentes Químicos, segunda edição (OEC) (2003), ou por governos e agências nacionais, regionais ou locais (como as agências de defesa civil e coordenação de emergências e o corpo de bombeiros).

todos os níveis entre países, autoridades públicas, organizações internacionais, indústrias, organizações não governamentais e instituições acadêmicas.

A Convenção de Estocolmo, no Artigo 10, parágrafo 1 (d), urge que cada parte, dentro de suas capacidades, promova e facilite a participação pública na abordagem de POPs e de seus efeitos ambientais e para a saúde, e no desenvolvimento de respostas adequadas, incluindo por meio de criação de oportunidades para que a opinião pública sobre a implementação da Convenção possa ser considerada a nível nacional.

Os Artigos 6,7,8 e 9 da Convenção da UNECE de 1998 sobre Acesso à Informação, Participação Pública na Tomada de Decisões e Acesso à Justiça em Questões Ambientais (Convenção Aarhus) exigem que as partes conduzam tipos específicos de atividades de participação pública de acordo com as atividades específicas dos governos, o desenvolvimento de planos, políticas e programas e o desenvolvimento de legislação, e exigem o acesso à justiça para o público com relação ao meio ambiente.

A participação pública na adoção de padrões e regulamentações sobre POPs é essencial. Qualquer Governo planejando regulamentações ou políticas novas ou alteradas deve realizar um processo aberto para solicitação de comentários por parte de quaisquer pessoas ou grupos. Isso significa que um convite geral a participação deve ser feito pelos meios de comunicação, pela internet, ou via convite direto. Os indivíduos e grupos que devem ser considerados para convite direto são:

- (a) Cidadãos individuais que expressaram interesse em POPs;
- (b) Grupos de cidadãos locais, incluindo grupos ambientais locais, para questões locais;
- (c) Grupos de pessoas altamente vulneráveis como mulheres, crianças e pessoas menos educadas;
- (d) Grupos ambientais organizados regionalmente, nacionalmente ou globalmente;
- (e) Indústrias ou empresas que sejam afetadas;
- (f) Associações industriais;
- (g) Uniões e associações de comércio;
- (h) Associações profissionais;
- (i) Outros níveis do governo.

Um processo de participação pública pode ter várias fases. Os grupos podem ser consultados antes que quaisquer mudanças ou programas sejam considerados, durante o processo de desenvolvimento de políticas e após cada esboço de documento para a política seja preparado. Os comentários podem ser feitos pessoalmente, por escrito ou via um website.

Um exemplo de consulta pública sobre o desenvolvimento de planos de gerenciamento de POPs pode ser encontrado no Documento do Departamento Australiano do Meio Ambiente e da Herança intitulado “Um estudo de caso sobre solução de problemas por meio de consulta eficiente a comunidade.”<sup>134</sup>

---

<sup>134</sup> Ver Departamento Australiano do Meio Ambiente e da Herança, 2000.

## Anexo I às orientações técnicas

### Instrumentos internacionais

Além das convenções de Estocolmo e da Basileia, existe outros instrumentos e sistemas internacionais que contém disposições pertinentes à POPs e resíduos POP, incluindo:

- (a) Protocolo de 1998 sobre Poluentes Orgânicos Persistentes da Convenção de 1979 da UNECE sobre Poluição do Ar Transfronteiriça e de Longo Alcance;
- (b) Protocolo de 2003 sobre Emissão de Poluentes e Registros de Transferência da Convenção de 1998 da UNECE sobre Acesso a Informação, Participação Pública na Tomada de Decisões e Acesso à Justiça em Questões Ambientais (Convenção Aarhus);
- (c) Convenção de Bamako de 1991 sobre o Banimento da Importação para a África e o Controle de Movimento Transfronteiriço e Gerenciamento de Resíduos Perigosos dentro da África;
- (d) A Convenção de 1995 sobre o Banimento da Importação de Resíduos Perigosos e Radioativos para Países de Ilhas do Fórum e Controle de Movimento Transfronteiriço e Gerenciamento de Resíduos Perigosos dentro da Região do Pacífico Sul (Convenção Waigani);
- (e) Decisão C do Concelho OECD (2001) 107/FINAL Sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Destinados para Operações de Recuperação;
- (f) Convenção de Rotterdam sobre o Procedimento de Consentimento Previamente Informado para Químicos e Pesticidas Perigosos no Comércio Internacional (1998); e
- (g) Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulação de Químicos (GHS).

## Anexo II às orientações técnicas

### Exemplos de legislação nacional pertinente

Exemplos de legislação nacional contendo disposições relacionadas ao gerenciamento de resíduos POP são descritos abaixo.

País	Legislação	Descrição breve
Argentina	Lei 25.670/2002 e Decreto 853/2007 sobre PCBs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proteção ambiental para o gerenciamento de PCB proibindo a produção, importação e uso bem como estabelecendo um procedimento para remoção de equipamentos operantes o contendo até 2010</li> </ul>
Argentina	Lei 24.051/1992 e Decreto 831/1993 sobre o gerenciamento de resíduos perigosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abrange todos os resíduos POP classificados como perigosos; inclui um parâmetro de eficiência de destruição para componentes na incineração de resíduos</li> </ul>
Argentina	Decisão 511/2011 do Serviço Nacional de Saúde e Qualidade da Alimentação (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria-SENASA).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proíbe a importação do ingrediente ativo endossulfão e seus produtos formulados e proíbe o desenvolvimento, formulação, comercialização e uso de produtos contendo o ingrediente ativo endossulfão</li> </ul>
Áustria	Atos de Proteção do Solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém valores limite rígidos para PCBs, PCDDs e PCDFs em lamas de esgoto usadas como fertilizadores.</li> </ul>
Brasil	Norma ABNT/NBR, N° 8371/1997	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimentos para o manejo, transporte e armazenamento de materiais contendo PCBs</li> </ul>
Brasil	Decisão CETESB (São Paulo), N° 007/1997	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determina limites para PCDDs e PCDFs em emissões de incineradores de resíduos médicos com capacidade &gt; 200 kg/dia</li> </ul>
Brasil	Decisão CONAMA, N° 264/1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimentos para licenciamento ambiental de coprocessamento de resíduos em fornos de cimento</li> </ul>
Brasil	Decisão CONAMA, N° 313/2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispõe sobre um inventário de estoques de PCB e resíduos industriais</li> </ul>
Brasil	Decisão CONAMA, N° 316/2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimentos e critérios para a operação de sistemas de tratamento térmico, fornece limites para emissões de PCDDs e PCDFs.</li> </ul>
Brasil	Decisão CONAMA, N° 334/2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimentos para licenciamento ambiental para estabelecimentos responsáveis por receber embalagens de pesticidas.</li> </ul>
Brasil	Decisão CETESB (São Paulo), N° 26/2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estabelece limites de emissão ao ar de PCDDs e PCDFs de fornos de cimento tratando resíduos</li> </ul>
Brasil	Decisão CONAMA, N° 357/2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fornece níveis máximos permitidos para POPs em efluentes descarregados na água.</li> </ul>
Canadá	Regulamentações PCB	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restringe a fabricação, importação, exportação e venda de PCBs e equipamentos contendo PCBs, e proíbe emissões de PCB ao meio ambiente. As regulamentações têm prazos para a descontinuação de PCBs e equipamentos contendo PCBs que tenham concentrações em ou acima de 50 mg/kg juntamente com armazenamento máximo e prazos de destruição.</li> </ul>
Canadá	Regulamentações sobre éteres difenilos polibromados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proíbe a fabricação de PBDEs no Canadá (tetraBDE, pentaBDE, hexaBDE, heptaBDE, octaBDE, nonaBDE e congêneres de decaBDE); e proíbe o uso, venda, oferta de venda e importação dos PBDEs que cumprem com os critérios para eliminação total sob o Ato Canadense de Proteção Ambiental, 1999 (tetraBDE, pentaBDE e</li> </ul>

País	Legislação	Descrição breve
		congêneres de hexaBDE), bem como misturas, polímeros e resinas contendo essas substâncias.
Canadá	Regulamentações para Sulfonato perfluorooctano e seus Sais e Certos Outros Componentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proíbe a fabricação, uso, venda, oferta de venda e importação de grupos de PFOS (C<sub>8</sub>F<sub>17</sub>SO<sub>2</sub>, C<sub>8</sub>F<sub>17</sub>SO<sub>3</sub> ou C<sub>8</sub>F<sub>17</sub>SO<sub>2</sub>N), bem como produtos contendo PFOS.</li> </ul>
China	Especificações técnicas para construção de instalações de descarte via incineração (HJ 2037)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimentos para a incineração de materiais contendo PCBs</li> </ul>
China	Especificações técnicas para o co-processamento de resíduos sólidos em fornos de cimento (GB 30760)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimentos para o co-processamento de resíduos POPs em fornos de cimento</li> <li>• Limitação de dioxina nos cimentos produzidos via co-processamento de resíduos sólidos</li> </ul>
China	Orientações para o controle de poluição de dioxinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle de poluição de dioxinas em 4 indústrias chave</li> </ul>
China	Padrões para controle de poluição sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incineração de resíduos sólidos municipais (GB 18485)</li> <li>• Incineração de resíduos perigosos (GB 18484)</li> <li>• Co-processamento de resíduos sólidos em fornos de cimento (GB 30485)</li> <li>• A indústria de fundição siderúrgica (GB 28664)</li> <li>• Sinterização e pelletização de ferro e da indústria siderúrgica (GB 28662)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém padrões para emissões de PCDDs e PCDFs em emissões ao ar</li> </ul>
União Europeia	Regulamentação (EC) No 850/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004 sobre poluentes orgânicos persistentes e a emenda de retificação Diretiva 79/117/EEC (última emenda: Comissão de Regulamentação (EU) No 1342/2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O artigo 7 contém disposições sobre o gerenciamento de resíduos contendo, consistindo em ou contaminados por POPs.</li> </ul>
União Europeia	Diretiva do Conselho 96/59/EC de 16 de setembro de 1996 sobre o descarte de bifenilos policromados e terfenilos policlorados (PCB/PCT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém regras sobre o descarte de PCBs e PCTs, inter alia sobre a descontaminação e/ou descarte de equipamentos e os PCBs neles contidos.</li> </ul>
União Europeia	Diretiva do Conselho 88/347/EEC de 16 de junho de 1988 retificando o Anexo II da Diretiva 86/280/EEC sobre valores limites e objetivos de qualidade para descargas de certas substâncias perigosas incluídas na Lista I do Anexo a Diretiva 76/464/EEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O Anexo II contém valores limite de emissão para descargas de aldrina, dieldrina, endrina e águas residuais contaminadas por HBC nas águas referidas no Artigo 1, parágrafo 1</li> </ul>
União Europeia	Diretiva 2010/75/EU sobre emissões industriais (Diretiva de Emissões Industriais, IED)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O Anexo VI, parte 5, contém valores limite de emissões para descargas de PCDD e águas residuais contaminadas por PCDF a partir da limpeza de resíduos gasosos.</li> <li>• O Anexo V contém valores de emissões ao ar para</li> <li>• PCDDs e PCDFs.</li> </ul>
União Europeia	Decisão do Conselho 2003/33/EC de 19 de dezembro de 2002 estabelecendo critérios e procedimentos para a aceitação de resíduos em aterros pertinente ao Artigo 16 e o Anexo II da Diretiva 1999/31/EC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O Parágrafo 2.1.2.2 do anexo contém critérios para o aterramento de resíduos inertes contendo PCBs.</li> </ul>
Finlândia	Decisão do Conselho do Estado (1071/1989) sobre a restrição de uso de PCBs e PCTs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém valores limites para PCBs e PCTs</li> </ul>

País	Legislação	Descrição breve
Finlândia	Decisão do Concelho do Estado (101/1997) sobre o gerenciamento de resíduos de óleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém valores limites para PCBs em óleo regenerado e em resíduos de óleo destinados para incineração</li> </ul>
Finlândia	Decisão do Concelho do Estado (711/1998) sobre o desuso de eletrodomésticos PCB e o tratamento de resíduos PCB	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém valores limite para PCBs</li> </ul>
Finlândia	Decisão do Concelho do Estado (1129/2001) sobre uma lista dos resíduos mais comuns e resíduos perigosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém valores limite para PCBs</li> </ul>
Alemanha	Decreto Federal para Proteção de Solo e Áreas Contaminadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém níveis de atividade relacionados a áreas contaminadas com aldrina, DDT, HCB, HCH, PCBs, PCDDs e PCDFs.</li> </ul>
Alemanha	Decreto sobre Aterros e Instalações de Armazenamento a Longo Prazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém um limite para PCBs e solos usados como camadas de recultivação de aterros.</li> <li>Proíbe o aterramento de resíduos que podem prejudicar o bem-estar público devido ao seu conteúdo de substâncias tóxicas de longa duração ou bioacumuláveis.</li> <li></li> </ul>
Alemanha	Decreto sobre Estiva Subterrânea de Resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém limites para o uso de resíduos contaminados por PCBs como material de estiva.</li> </ul>
Alemanha	Decreto sobre Fertilizantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém limites para PFOS, PCDDs e PCDFs em fertilizantes</li> </ul>
Alemanha	Decreto sobre lamas de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém limites para o uso de lamas de esgoto contaminadas com PCBs, PCDDs e PCDFs como fertilizantes.</li> </ul>
Alemanha	Decreto sobre Resíduos de Madeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém limites para a reciclagem de resíduos de madeiras contaminados com PCBs.</li> </ul>
Alemanha	Decreto sobre Resíduos de Óleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém limites para a reciclagem de óleos contaminados por PCB.</li> </ul>
Itália	Parte do Quadro de Legislação Ambiental sobre resíduos e remediação do solo (Parte IV do Decreto Legislativo No. 152 de 3 de abril de 2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém limites para a regeneração e a co-incineração de óleos contaminados por PCB/PCT</li> <li>Contém níveis de atividade relativos a áreas (solos residenciais, industriais, comerciais e águas subterrâneas) contaminadas por aldrina, HCH alfa, beta e gama, clordano, dieldrina, endrina, DDT, HCB, PCBs, PCDDs e PCDFs.</li> </ul>
Itália	Regulamentações para a recuperação de resíduos com isenção de licenciamentos (procedimentos administrativos simplificados) (Decreto Ministerial 5/02/1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém limites para PCBs, PCTs e PCDDs em tipos específicos de resíduos como condições para a isenção de exigência de licenciamentos</li> </ul>
Japão	Lei sobre Medidas Especiais Contra Dioxinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém padrões diários toleráveis para emissões no ar ambiente, qualidade da água (incluindo sedimentos) e solo, padrões de emissão e resíduos para gás, efluentes, cinzas e poeira pertinentes a PCDDs, PCDFs e PCBs semelhantes a dioxinas.</li> </ul>
Japão	Lei sobre Medidas Especiais para a Promoção do Tratamento Adequado de Resíduos PCB (Lei de Medidas Especiais PCB)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém padrões para o tratamento de plásticos e metais contaminados com PCBs.</li> </ul>
Japão	Contramedidas para a Contaminação do Solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém padrões para o tratamento de solo contaminado por PCBs.</li> </ul>
Japão	Lei de Gerenciamento de Resíduos e Limpeza Pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém critérios de resíduos perigosos contendo PCBs, PCDDs, PCDFs e dioxinas semelhantes a PCBs.</li> </ul>
Japão	Lei de Controle da Poluição da Água	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém padrões de emissão para efluentes contendo PCBs.</li> </ul>

<b>País</b>	<b>Legislação</b>	<b>Descrição breve</b>
México	Norma NOM-098 de 2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém padrões de emissões e eficiência de destruição para incineradores de resíduos.</li> </ul>
México	Norma NOM-133 de 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém regulamentações sobre o manejo de PCBs e um programa para a preparação de inventários.</li> </ul>
Nova Zelândia	Ato sobre Substâncias Perigosas e Novos Organismos de 1996	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proíbe a importação, fabricação, uso ou armazenamento de POPs (seções 25A – 25D, Programa 1AA, Programa 2A).</li> </ul>
Nova Zelândia	Padrões Ambientais Nacionais de Qualidade do Ar (Gerenciamento de Recursos (Padrões Ambientais Nacionais de Qualidade do Ar) Regulamentações 2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém padrões banindo atividades que descargam quantidades significativas de dioxinas e outros tóxicos no ar, e os padrões para a qualidade do ar ambiente (externo).</li> </ul>
Noruega	Regulamentações Norueguesas de Produtos, Capítulo 2 sobre substâncias, preparações e produtos regulados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém um banimento para a produção, uso, importação e exportação de PCBs, incluindo condensadores contendo PCB.</li> </ul>
Noruega	Regulamentações Norueguesas sobre Resíduos, Capítulo 14 sobre unidades de vidro de isolamento contendo PCBs descartadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelece exigências que tornam os Produtores responsáveis pela coleta e o manejo de janelas obsoletas contendo PCBs.</li> </ul>
Noruega	Regulamentações Norueguesas sobre Poluição, Capítulo 2 sobre a Limpeza de solo contaminado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém valores limite abaixo dos quais um solo é considerado limpo e adequado para uso em áreas sensíveis.</li> </ul>
Suíça	Decreto sobre Carga no Solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém níveis de atividade em áreas contaminadas com PCBs, PCDDs e PCDFs.</li> </ul>
Estados Unidos da América	EPA 40 CFR 63 Subparte EEE Padrões Nacionais de Emissão para Poluentes Perigosos no Ar de Combustores de Resíduos Perigosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém padrões para emissões de PCDDs e PCDFs nas emissões ao ar.</li> </ul>
Estados Unidos da América	40 CFR 268.48 Padrões Universais para o Tratamento de Resíduos Perigosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém padrões para o tratamento de resíduos perigosos antes do descarte e resíduos aquosos antes da liberação.</li> </ul>
Estados Unidos da América	40 CFR 761.70 Padrões para incineração de PCBs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contém padrões para emissões ao ar na incineração de PCBs.</li> </ul>

## Anexo III às orientações técnicas

### Bibliografia

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (United States of America), Toxicological Profile Information Sheets. Available from: [www.atsdr.cdc.gov](http://www.atsdr.cdc.gov).
- Ariizumi, A et al, 1997. “Dechlorination and decomposition behaviour of PCBs by the sodium dispersion process”, *J. Environ. Chem.*, vol. 7, pp. 793–799.
- Australia Department of the Environment and Heritage, 2000. *A Case Study of Problem Solving Through Effective Community Consultation*. Available at: <http://www.ntn.org.au/cchandbook/library/documents/problem%20solving.pdf>.
- Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2010. *Waste-to-Energy in Austria. White Book – Figures, Data, Facts*, 2nd edition. Available at: <http://www.uvp.at/publications/whitebook/>
- BiPRO GmbH, 2005. “Study to facilitate the implementation of certain waste related provisions of the Regulation on Persistent Organic Pollutants (POPs): Final Report for the European Commission.” Brussels, Munich.
- Brusselaers J., Mark F.E. and Tange L., 2006. “Using Metal-Rich WEEE Plastics as Feedstock Fuel Substitute for an Integrated Metals Smelter”, Plastics Europe, Umicore and EFRA.
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 1997. *Guidance Document on the Management of Contaminated Sites in Canada*. Available from: [www.ccme.ca](http://www.ccme.ca).
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002. *Canadian Environmental Quality Guidelines*. Available from: [www.ccme.ca](http://www.ccme.ca).
- CMPS&F – Environment Australia, 1997. *Appropriate Technologies for the Treatment of Scheduled Wastes: Review Report Number 4*. Available from: [www.deh.gov.au](http://www.deh.gov.au).
- Costner, P., Luscombe D. and Simpson M., 1998. “Technical Criteria for the Destruction of Stockpiled Persistent Organic Pollutants”, Greenpeace International Service Unit.
- Danish Environmental Protection Agency, 2004. *Detailed review of selected non-incineration and incineration POPs Elimination Technologies for the CEE Region*. Available from: [www.mst.dk/publications/](http://www.mst.dk/publications/).
- Environment Canada, 2011. *Environmental monitoring and surveillance in support of the chemical management plan*. Available from: <http://www.ec.gc.ca>.
- EPA, 1993. *Technology Alternatives for the Remediation of PCB-Contaminated Soil and Sediment*. Available from: [www.epa.gov](http://www.epa.gov).
- EPA, 2002. *RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance*. Available at [www.epa.gov](http://www.epa.gov).
- European Commission, 2001a. *Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industry*. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/nfm.html>.
- European Commission, 2001b. *Reference Document on Best Available Techniques on the Production of Iron and Steel*. Available at: [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IS\\_Adopted\\_03\\_2012.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IS_Adopted_03_2012.pdf).
- European Commission, 2003. *Reference Document on the General Principles of Monitoring*. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/mon.html>.
- European Commission, 2006. *Reference Document Best Available Techniques for Waste Incineration*. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/wi.html>.
- European Commission, 2011. *Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs*. (prepared by the Expert Team to Support Waste Implementation, ESWI). Available at: [http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/POP\\_Waste\\_2010.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/POP_Waste_2010.pdf).
- FAO, 1996. *Pesticide Storage and Stock Control Manual*. Pesticide Disposal Series No.3. Available from: <http://www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/>.
- FAO, 2000. *Assessing Soil Contamination: A Reference Manual*. Pesticide Disposal Series No. 8. Available from: [www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/](http://www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/).

FAO, 2001. *Training manual for inventory taking of obsolete pesticides*. Pesticide Disposal Series No. 10. Available from: [www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/](http://www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/).

Federal Remediation Technology Roundtable (FRTR), 2002. Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0. Available at: [www.frtr.gov/matrix2/top\\_page.html](http://www.frtr.gov/matrix2/top_page.html).

German Federal Environment Agency, 2014. Federation/Länder Dioxin Database, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau. Available at: <http://www.dioxindb.de/index-e.html>.

German Federal Environment Agency, 2015. *Identification of potentially POP-containing Wastes and Recyclates – Derivation of Limit Values*. Available at: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/identification-of-potentially-pop-containing-wastes>

German Federal Ministry for the Environment, 2005. *Waste Incineration – A Potential Danger? Bidding Farewell to Dioxin Spouting*. Available at: [http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/muellverbrennung\\_dioxin\\_en.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/muellverbrennung_dioxin_en.pdf).

Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities. GPA clearing-house mechanism. Available from: <http://pops.gpa.unep.org>.

Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS). Available from: [http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_welcome\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html)

Government of Canada, 2011. *Document on monitoring and research under the chemical management plan*. Available from: <http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca>.

IATA. *Dangerous Goods Regulations (DGR)*. Available from: <http://www.iata.org/publications/dgr/Pages/index.aspx>.

ICAO, 2013. *Technical Instructions For The Safe Transport of Dangerous Goods by Air (Doc 9284)*. Available at: <http://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Pages/technical-instructions.aspx>.

ILO, 1999a. *Basics of Chemical Safety*. Available from: [www.ilo.org](http://www.ilo.org).

ILO, 1999b. *Safety in the use of chemicals at work: Code of Practice*. Available from: [www.ilo.org](http://www.ilo.org).

IMO, 2002. *International Maritime Dangerous Goods Code*. Available from: [www.imo.org](http://www.imo.org).

IPCS INCHEM, various dates. *Health and Safety Guides (HGSs)*. Available from: <http://www.inchem.org/pages/hsg.html>.

JESCO (Japan Environmental Safety Corporation), 2009a. Kitakyushu PCB Waste Treatment Facility. Available at: [www.jesconet.co.jp/eg/facility/kitakyushu.html](http://www.jesconet.co.jp/eg/facility/kitakyushu.html).

JESCO, 2009b. Toyota PCB Waste Treatment Facility. Available at: [www.jesconet.co.jp/eg/facility/toyota.html](http://www.jesconet.co.jp/eg/facility/toyota.html).

JESCO, 2009c. Osaka PCB Waste Treatment Facility. Available at: [www.jesconet.co.jp/eg/facility/osaka.html](http://www.jesconet.co.jp/eg/facility/osaka.html).

JESCO, 2009d. Tokyo PCB Waste Treatment Facility. Available at: [www.jesconet.co.jp/eg/facility/tokyo.html](http://www.jesconet.co.jp/eg/facility/tokyo.html).

JESCO, 2013. Hokkaido PCB Waste Treatment Facility. Available at: [www.jesconet.co.jp/eg/facility/hokkaido.html](http://www.jesconet.co.jp/eg/facility/hokkaido.html).

Karstensen, K.H., 2001. “Disposal of obsolete pesticides in cement kilns in developing countries. Lessons learned – How to proceed”, *6<sup>th</sup> International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 291-301. Available from: [http://www.hchforum.com/6th/forum\\_book/](http://www.hchforum.com/6th/forum_book/).

Karstensen, K.H. et al., 2006. “Environmentally sound destruction of obsolete pesticides in developing countries using cement kilns”, *Environmental Science & Policy*, vol. 9 No. 6, pp. 577–586.

Karstensen, K.H., 2008b. *Guidelines for treatment of hazardous wastes and co-processing of AFRs in cement kilns*. Prepared for the Department for Environmental Affairs and Tourism, Republic of South Africa. Available at: <http://sawic.environment.gov.za/documents/461.pdf>.

Karstensen, K.H. et al. 2009. “Test burn with PCB–oil in a local cement kiln in Sri Lanka”, *Chemosphere*, vol. 78 No. 6, pp. 717-723.

Kümmling, K. et al, 2001. “Gas-phase chemical reduction of hexachlorobenzene and other chlorinated compounds: Waste treatment experience and applications”, *6<sup>th</sup> International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 271-275. Available from: [http://www.hchforum.com/6th/forum\\_book/](http://www.hchforum.com/6th/forum_book/).

- Ministry of the Environment of Japan, 2004. *Report on study of the treatment standards for POPs waste in fiscal year 2003*.
- Ministry of the Environment of Japan, 2013a. *Environmental Monitoring of Persistent Organic Pollutants in East Asian Countries*. Available at: [www.env.go.jp/en/chemi/pops/eaws.html](http://www.env.go.jp/en/chemi/pops/eaws.html), <http://www.env.go.jp/chemi/pops/3rd/mat02.pdf>
- Ministry of the Environment of Japan, 2013b. *Summary of the Guideline on the Treatment of Wastes Containing Perfluorooctane Sulfonic Acid (PFOS), and Its Salts[,] in Japan*. Available at: [www.env.go.jp/en/focus/docs/files/201304-89.pdf](http://www.env.go.jp/en/focus/docs/files/201304-89.pdf).
- Marrone, P.A. and Hong, J.T., 2007. "Supercritical Water Oxidation", in *Environmentally Conscious Materials and Chemicals Processing*, Myer Kutz, ed., John Wiley & Sons, Inc., pp. 385-453.,
- Mark, F.E. et al, 2015. "Destruction of the flame retardant hexabromocyclododecane in a full-scale municipal solid waste incinerator", *Waste Management & Research*, vol. 33 No. 2, pp. 165-174.
- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2002. "Dechlorination pathways of PCBs by photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination", *Organohalogen Compounds*, vol. 56, pp. 413-416.
- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2003a. "Dechlorination pathways and kinetics in photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination", *Organohalogen Compounds*, vol. 63, pp. 276-279.
- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2003b. "Pathways for the degradation of PCBs by palladium-catalyzed dechlorination", *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 12 No. 3, pp. 302-308.
- Nordic Council of Ministers, 2005. *Emission Measurements During Incineration of Waste Containing Bromine*. Available from: <http://www.norden.org/en/publications/order>.
- OECD, multiple years. *OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice and Compliance Monitoring* (multiple volumes). Available from: [www.oecd.org](http://www.oecd.org).
- OECD, 1997. *Principles on Good Laboratory Practice* (as revised in 1997). Available from: [www.oecd.org/](http://www.oecd.org/).
- OECD, 2003. *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, second edition*. Available from: [www.oecd.org](http://www.oecd.org).
- OECD, 2004. *Recommendation of the Council on the Environmentally Sound Management (ESM) of Waste C(2004)100*. Adopted 9 June 2004. Available from: [www.oecd.org](http://www.oecd.org).
- Piersol, P. 1989. *The Evaluation of Mobile and Stationary Facilities for the Destruction of PCBs*. Environment Canada Report EPS 3/HA/5, May 1989.
- Rahuman, M.S.M. et al, 2000. "Destruction Technologies for Polychlorinated Biphenyls (PCBs)", ICS-UNIDO. Available from: [https://clu-in.org/download/remed/destruct\\_tech.pdf](https://clu-in.org/download/remed/destruct_tech.pdf)
- Ray, Ian D., 2001. "Management of chlorinated wastes in Australia", *6<sup>th</sup> International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 523-526. Available from: [http://www.hchforum.com/6th/forum\\_book/](http://www.hchforum.com/6th/forum_book/).
- Sakai S., Peter. A. B. and Oono M., 2001. "PCB destruction by catalytic hydrodechlorination (CHD) and t-BuOK method: Combinatorial bio/chemical analysis", *Organohalogen Compounds*, vol. 54, pp. 293-296.
- STAP (Scientific and Technical Advisory Panel of the Global Environment Facility), 2011. *Selection of Persistent Organic Pollutant Disposal Technology for the Global Environment Facility: A STAP Advisory Document*. Global Environment Facility, Washington, D.C.
- Stobiecki, S. et al, 2001. Disposal of pesticides as an alternative fuel in cement kiln: project outline. *6<sup>th</sup> International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 285-289. Available from: [http://www.hchforum.com/6th/forum\\_book/](http://www.hchforum.com/6th/forum_book/).
- Tagashira, S. et al, 2006. "Plasma Melting Technology of PCB-contaminated Wastes", Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Combustion Incineration/Pyrolysis and Emission Control, September 26-29, 2006, Kyoto, Japan, pp. 519-522.
- Tagashira S., Takahashi M., Shimizu Y., Osada M., Mikata N., Yamazaki R., 2007. "Plasma Melting technology of PCB-contaminated Wastes", *Organohalogen Compounds*, vol. 69, pp. 662-665.
- UNECE, 1998. *Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters (Aarhus Convention)*. Available from: <http://www.unece.org/env/pp/treatytext.html>

- UNECE, 2003a. *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods (Model Regulations)*. Available from: [www.unece.org](http://www.unece.org).
- UNECE, 2003b. *Protocol on Pollutant Release and Transfer Registers (to the Aarhus Convention)*. Available at: <http://www.unece.org/env/pp/prtr/docs/prtrtext.html>.
- UNEP, 1993. *Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials*. Available at: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/WEBx0063xPA-SafeWarehousing.PDF>.
- UNEP, 1995a. *Model National Legislation on the Management of Hazardous Wastes and Other Wastes as well as on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes and their Disposal*. Available from: [www.basel.int](http://www.basel.int).
- UNEP, 1995b. *Technical Guidelines on Incineration on Land (D10)*. Available from: [www.basel.int](http://www.basel.int).
- UNEP, 1995c. *Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5)*. Available from: [www.basel.int](http://www.basel.int).
- UNEP, 1998b. *Inventory of Worldwide PCB Destruction Capacity*. Available from: [www.chem.unep.ch](http://www.chem.unep.ch).
- UNEP, 2000. *Survey of Currently Available Non-Incineration PCB Destruction Technologies*. Available from: [www.chem.unep.ch](http://www.chem.unep.ch).
- UNEP, 2001. *Destruction and Decontamination Technologies for PCB and Other POP waste Part III. Technology Selection Process*. Available from: <http://archive.basel.int/meetings/sbc/workdoc/techdocs.html>.
- UNEP, 2002a. *Destruction and decontamination technologies for PCBs and other POP waste under the Basel Convention: A training manual for hazardous waste project managers*. Available from: <http://chm.pops.int/Implementation/PCBs/DocumentsPublications/tabid/665/Default.aspx>.
- UNEP, 2002b. *Report of the Technology and Economic Assessment Panel [of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer], Volume 3B: Report of the Task Force on Collection, Recovery and Storage*. Available at: [http://ozone.unep.org/Assessment\\_Panels/TEAP/Reports/Other\\_Task\\_Force/TEAP02V3b.pdf](http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/TEAP/Reports/Other_Task_Force/TEAP02V3b.pdf).
- UNEP, 2004a. *Review of the Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries*. Available at: [archive.basel.int/techmatters/review\\_pop\\_feb04.pdf](http://archive.basel.int/techmatters/review_pop_feb04.pdf).
- UNEP, 2004b. *POPs Technology Specification Data Sheet: Hazardous Waste Incineration*. Available at: [http://www.ihpa.info/docs/library/reports/Pops/June2009/DEFSBCLogo\\_Inciner\\_180608\\_.pdf](http://www.ihpa.info/docs/library/reports/Pops/June2009/DEFSBCLogo_Inciner_180608_.pdf).
- UNEP, 2005. *UNEP/GEF project on existing capacity and capacity building needs for analyzing POPs in developing countries*. Available from: [www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm](http://www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm).
- UNEP, 2006b. *Draft Guidance for Analysis of Persistent Organic Pollutants (POPs)*. Available from: [www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm](http://www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm).
- UNEP, 2007. *Guidelines on best available techniques and provisional guidance on best environmental practices relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on [POPs]*. Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/BATandBEP/Guidance/tabid/3636/Default.aspx>.
- UNEP, 2011. UNEP/CHW.10/6/Add.3/Rev.1. *Technical guidelines on the environmentally sound co-processing of hazardous wastes in cement kilns*. Available at: <http://www.basel.int/Implementation/Publications/TechnicalGuidelines/tabid/2362/Default.aspx>.
- UNEP, 2014. *Guidance for Developing a National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants* (updated in 2014 to include the POPs listed in 2009 and 2011). Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceforDevelopingNIP/tabid/3166/Default.aspx>.
- UNEP, UNIDO et al., 2012. *Labelling of products or articles that contain POPs – Initial Considerations*. Available at: [https://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Services/Environmental\\_Management/Stockholm\\_Convention/Guidance\\_Docs/UNEP-POPS-GUID-NIP-2012-LabellingConsiderations.En.pdf](https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/Stockholm_Convention/Guidance_Docs/UNEP-POPS-GUID-NIP-2012-LabellingConsiderations.En.pdf).

UNEP, 2013a. UNEP/CHW.11/3/Add.1/Rev.1, “Follow-up to the Indonesian-Swiss country-led initiative to improve the effectiveness of the Basel Convention Framework for the environmentally sound management of hazardous wastes and other wastes.” Available from: <http://www.basel.int/TheConvention/ConferenceoftheParties/Meetings/COP11/tabid/3256/Default.aspx>.

UNEP, 2013b. *Toolkit for Identification and Quantification of Releases of Dioxins, Furans and Other Unintentional POPs under Article 5 of the Stockholm Convention*. Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/UnintentionalPOPs/ToolkitforUnintentionalPOPs/Overview/tabid/372/Default.aspx>.

UNEP, 2015a. *Guidance for a Global Monitoring Programme for Persistent Organic Pollutants*, UNEP Chemicals. Available at: [www.chem.unep.ch/gmn/GuidanceGPM.pdf](http://www.chem.unep.ch/gmn/GuidanceGPM.pdf).

UNEP, 2015b. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with polychlorinated biphenyls, polychlorinated terphenyls or polybrominated biphenyls including hexabromobiphenyl*.

UNEP, 2015c. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with the pesticides aldrin, alpha hexachlorocyclohexane, beta hexachlorocyclohexane, chlordane, chlordecone, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorobenzene, lindane, mirex, pentachlorobenzene, perfluorooctane sulfonic acid, technical endosulfan and its related isomers or toxaphene or with hexachlorobenzene as an industrial chemical*.

UNEP, 2015d. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes containing or contaminated with unintentionally produced polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, hexachlorobenzene, polychlorinated biphenyls or pentachlorobenzene*.

UNEP, 2015e. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether, or tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether*.

UNEP, 2015f. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromocyclododecane*.

UNEP, 2015g. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with perfluorooctane sulfonic acid, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride*.

UNEP, 2015h. *Manual for the Implementation of the Basel Convention*. Available from: [www.basel.int](http://www.basel.int).

UNEP, 2015i. *Basel Convention: Guide to the Control System*. Available from: [www.basel.int](http://www.basel.int).

UNEP, 2015j. *Methodological guide for the development of inventories of hazardous wastes and other wastes under the Basel Convention*. Available from: [www.basel.int](http://www.basel.int).

UNIDO, 2007. *Non-combustion Technologies for POPs Destruction: Review and Evaluation*. Available at: <https://institute.unido.org/wp-content/uploads/2014/11/23.-Non-combustion-Technologies-for-POPs-Destruction-Review-and-Evaluation.pdf>.

UNIDO, 2010. *Persistent organic pollutants: contaminated site investigation and management toolkit*. Available from: <http://www.unido.org/index.php?id=1001169>.

United States Army Corps of Engineers, 2003. *Safety and Health Aspects of HTRW Remediation Technologies: Engineer Manual*. Available at: [http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/EM\\_1110-1-4007\\_sec/EM\\_1110-1-4007.pdf](http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/EM_1110-1-4007_sec/EM_1110-1-4007.pdf)

Vijgen, J., 2002. “NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater.” Available at: <https://www.clu-in.org/download/partner/2001annualreport.pdf>.

Weber, Roland, 2004. “Relevance of PCDD/PCDF Formation for the Evaluation of POPs Destruction Technologies – Necessity and Current Status”, *Organohalogen Compounds*, vol. 66, pp. 1282–1288.

WHO, 1995. *Global Strategy on Occupational Health for All: The Way to Health at Work*. Available at: [http://www.who.int/occupational\\_health/globstrategy/en/](http://www.who.int/occupational_health/globstrategy/en/).

WHO International Programme on Chemical Safety, 1995. *A Review of the Persistent Organic Pollutants – An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans*. Available at: <http://www.pops.int/documents/background/assessreport/>.

WHO, 1999. *Teacher's guide on basic environmental health*. Available from: [http://www.who.int/occupational\\_health/publications/tgbeh/en/](http://www.who.int/occupational_health/publications/tgbeh/en/).

WHO, 2009. *Handbook: Good Laboratory Practice (GLP) – Quality practices for regulated non-clinical research and development*. Available at: <http://www.who.int/tdr/publications/documents/glp-handbook.pdf>.

---