



**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 sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por hexabromociclododecano

Nota pelo 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, as orientações técnicas sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por hexabromociclododecano, com base no esboço das orientações técnicas contidas no documento UNEP/CHW.12/5/Add.7. As orientações técnicas referenciadas acima foram preparadas pela China como país líder desse trabalho, em colaboração com o pequeno grupo de trabalho interseccional no 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 3 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/14). O texto da versão final das orientações técnicas, conforme adotado de forma interina, está contido no anexo da presente nota.

Anexo

Orientações técnicas sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por hexabromociclododecano

Versão final revisada (15 de maio de 2015)

Conteúdo

Abreviações e acrônimos.....	4
Unidades de medida	4
I. Introdução.....	5
A. Escopo.....	5
B. Descrição, produção, uso e resíduos.....	5
1. Descrição	5
2. Produção	6
3. Uso.....	6
4. Resíduos.....	7
II. Disposições relevantes das Convenções da Basileia e de Estocolmo.....	12
A. Convenção da Basileia	12
B. Convenção de Estocolmo	14
III. Questões sob a Convenção de Estocolmo a serem abordadas em cooperação com a Convenção da Basileia	14
A. Conteúdo de POP baixo	14
B. Níveis de destruição e transformação irreversível.....	14
C. Métodos que constituem descarte ambientalmente seguro.....	14
IV. Orientações sobre gerenciamento ambientalmente seguro (ESM).....	14
A. Considerações gerais	14
B. Quadro legislativo e regulatório	14
C. Prevenção e minimização de resíduos	15
D. Identificação de resíduos	16
1. Identificação.....	16
2. Inventários	17
E. Amostragem, análise e monitoramento	18
1. Amostragem.....	18
2. Análise	18
3. Monitoramento.....	19
F. Manejo, coleta, empacotamento, rotulagem, transporte e armazenamento	19
1. Manejo	19
2. Coleta.....	20
3. Empacotamento	20
4. Rotulagem.....	20
5. Transporte	20
6. Armazenamento	20
G. Descarte ambientalmente seguro.....	20
1. Pré-tratamento.....	20
2. Métodos de destruição e transformação irreversível	21
3. Outros métodos de descarte quando nem a destruição nem a transformação irreversível é a opção ambientalmente preferível	21
4. Outros métodos de descarte quando o conteúdo de POP é baixo.....	21
H. Reabilitação de áreas contaminadas	21
I. Saúde e segurança	21
1. Situações de alto-risco	21
2. Situações de baixo-risco	22
J. Resposta de emergência	22
K. Participação pública	22
Anexo: Bibliografia	23

Abreviações e acrônimos

BAT	best available techniques [melhores práticas disponíveis]
BEP	best environmental practices [melhores práticas ambientais]
CAS	Chemical Abstracts Service [Serviço de Abstratos Químicos]
EC	European Commission
EPS	expanded polystyrene [poliestireno expandido]
ESM	environmentally sound management [Gerenciamento ambientalmente seguro]
EU	European Union [União Europeia]
HBCD	hexabromocyclododecane [hexabromociclododecano]
HIPS	high-impact polystyrene [Poliestireno de alto impacto]
IEC	International Electrotechnical Commission [Comissão Eletrotécnica Internacional]
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development [Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico]
PBDD	polybrominated dibenzo-p-dioxin [dioxina dibenzo-p polibromada]
PBDEs	polybrominated diphenyl ethers covered by the Stockholm Convention (tetra-, penta-, hexa- and hepta-BDE) [Éteres difenilo polibromados sob a Convenção de Estocolmo (tetra-, penta-, hexa- e hepta-BDE)]
PBDF	polybrominated dibenzofuran [dibenzofurano polibromado]
PBT	polybutylene terephthalate [Polibutileno tereftalato]
PCB	polychlorinated biphenyl [Bifenilo policlorado]
PCDD	polychlorinated dibenzo-p-dioxin [dibenzo-p-dioxina policlorada]
PCDF	polychlorinated dibenzo-furan [dibenzo-furano policlorado]
PCT	polychlorinated terphenyl [terfenilo policlorado]
POP	persistent organic pollutant [poluente orgânico persistente]
PS	Polystyrene [poliestireno]
PUR	Polyurethane [poliuretano]
PXDD	polyhalogenated dibenzo-p-dioxin [Dioxina dibenzo-p polihalogenada]
PXDF	polyhalogenated dibenzofuran [dibenzofurano polihalogenado]
UNEP	United Nations Environment Programme [Programa Ambiental das Nações Unidas]
WEEE	waste electrical and electronic equipment [Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos]
XSP	extruded polystyrene [poliestireno extrudido]
XRF	X-ray fluorescence [fluorescência raio-X]

Unidades de medida

mg/kg	milligrama(s) por quilograma. Corresponde a partes por milhão (ppm) por massa.
-------	--

I. Introdução

A. Escopo

1. O presente documento fornece auxílio sobre o gerenciamento ambientalmente seguro (ESM) de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por hexabromociclododecano (HBCD), pertinentes a várias decisões de dois acordos ambientais multilaterais sobre químicos e resíduos.¹
2. O HBCD foi listado no Anexo A da Convenção de Estocolmo de 2013, e a emenda entrou em vigor em 2014.
3. O presente documento deve ser usado em conjunto com as *Orientações técnicas gerais sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por poluentes orgânicos persistentes*” (UNEP, 2015a) (aqui referidas como “orientações técnicas gerais”). As orientações técnicas gerais têm o objetivo de servir como um guia abrangente sobre o ESM se resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por poluentes orgânicos persistentes (POPs) e fornecem informações mais detalhadas sobre a natureza e incidência de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por HBCD com o objetivo de identifica-los e gerencia-los.
4. Além disso, as *Orientações Técnicas sobre o gerenciamento ambientalmente correto de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por éter hexabromodifenilo e éter heptabromodifenilo, ou éter tetrabromodifenilo e éter pentabromodifenilo (POP-BDEs)* (UNEP, 2015a) são relevantes nos casos onde HBCD está presente em resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (WEEE).

B. Descrição, produção, uso e resíduos

1. Descrição

5. O HBCD é usado como um aditivo retardador de chamas para atrasar a ignição do polímero e, portanto, diminuir a rapidez com que construções, artigos, veículos e materiais armazenados pegam fogo.
6. HBCD significa hexabromociclododecano (CAS No: 25637-99-4), 1,2,5,6,9,10-hexabromociclododecano (CAS No: 3194- 55-6) e seus principais diastereoisômeros alfa-hexabromociclododecano (CAS No: 134237-50-6); beta- hexabromociclododecano (CAS No: 134237-51- 7); e gama- hexabromociclododecano (CAS No: 134237-52-8).
7. O HBCD é um hidrocarboneto cicloalifático produzido pela bromação de ciclododecatrieno. A fórmula estrutural do HBCD é uma estrutura de anel cíclico ligada à átomos Br (ver a figura 1 abaixo). A fórmula molecular do composto é $C_{12}H_{18}Br_6$ e sua massa molecular é 641 g/mol. 1,2,5,6,9,10-HBCD têm seis centros estereogênicos e, em teoria, 16 estereoisômeros podem ser formados (Heeb et al. 2005). No entanto, em HBCD comercial, apenas três dos estereoisômeros são comumente encontrados, nominalmente, alfa (α -), beta (β -) e gama (γ -) HBCD.

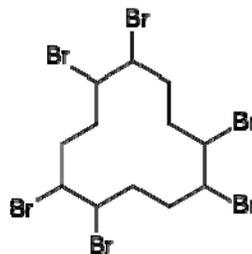


Figura 1: Fórmula estrutural do HBCD

¹ Decisões 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; decisão OEWG-9/3 do Grupo de Trabalho em Aberto da Convenção da Basileia; e decisões SC-6/11 e SC-6/13 da Conferência das Partes da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos.

8. Dependendo do fabricante e do método de produção usado, o HBCD técnico consiste de 70 a 95 por cento de γ -HBCD e 3 a 30 por cento de α - e β -HBCD.
9. O HBCD é usado apenas como aditivo em misturas físicas com polímeros receptores e podem migrar dentro de matrizes sólidas e volatilizar da superfície de artigos durante suas vidas úteis (Posner et al, 2010; ECHA, 2009; Comissão Europeia, 2008). O HBCD pode ser emitido de materiais devido ao desgaste de material, porém as emissões das espumas de poliestireno são baixas (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2). Retardadores de chamas aditivos são fisicamente combinados com os materiais que eles tratam e não se ligam quimicamente a esses materiais como retardadores de chamas reativos; como resultado, eles podem migrar, ao menos em parte, dentro e de suas matrizes poliméricas. Vários fatores agem para restringir a migração de HBCD dentro do polímero, incluindo sua pressão de vapor baixa, solubilidade na água baixa, e coeficiente alto de partição orgânica carbono-água. No entanto, pode ser emitida alguma quantidade de HBCD da superfície dos polímeros ou produtos durante seu uso ou descarte (Environment Canada and Health Canada, 2011; UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1; Agência de Proteção Ambiental dos EUA EPA, 2014).
10. O HBCD é difundido no ambiente global, com níveis elevados encontrados em grandes predadores do Ártico. Na biota, o HBCD é bioconcentrante, bioacumulativo e biomagnificante em níveis tróficos mais altos. O HBCD é bem absorvido em tratos gastrointestinais de roedores. Em humanos, ele é encontrado no sangue, plasma e tecidos adiposos. Dados medidos e modelados indicam que o HBCD passa por degradação primária sob algumas condições: no entanto, a degradação completa no meio ambiente é um processo lento (Environment Canada and Health Canada, 2011). O principal produto da transformação do HBCD é o 1,5,9-ciclododecatrieno (CDT), que é formado pela des-halogenação reductiva por etapas de HBCD (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2).

2. Produção

11. As Partes da Convenção de Estocolmo devem proibir e/ou eliminar a produção de HBCD, a menos que tenham notificado o Secretariado de sua intenção de usar para poliestireno expandido (EPS) e poliestireno extrudado (XPS) em construções de acordo com a exceção específica de duração limitada listada no Anexo A da Convenção. Além disso, as partes para as quais a emenda não entrou em vigor automaticamente em 2014 podem continuar a produzir HBCD para qualquer propósito até terem ratificado a emenda por meio da qual o químico foi listado no Anexo A. Informações sobre a produção de HBCD podem ser encontradas no registro de exceções específicas da Convenção de Estocolmo no site da Convenção (www.pops.int). Informações sobre o status de ratificação por partes da emenda listando HBCD na Convenção de Estocolmo pode ser encontrado no site da Seção de Tratados das Nações Unidas (<https://treaties.un.org/>).
12. O HBCD tem estado no Mercado mundial desde o fim dos anos 1960 e ainda está sendo produzido para uso em EPS e XPS em construções. Era produzido principalmente na China, União Europeia (EU), Japão e nos EUA. A produção total de HBCD era estimada em cerca de 31.000 toneladas em 2011, das quais cerca de 13.000 toneladas eram produzidas em países da EU e nos EUA, e 18.000 toneladas na China (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1, UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3). Comparativamente, em 2001, a demanda por HBCD era entre 9.500 e 16.500 toneladas na Europa, 3.900 toneladas na Ásia e 2.800 toneladas nas Américas do Sul e do Norte (dados adicionais estão disponíveis em UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1 e UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3).
13. O HBCD era o único retardador de chamas tecnicamente viável para processos de “uma-etapa” para a produção de matéria prima para EPS retardador de chamas até 2014, quando alternativas se tornaram disponíveis em quantidade significativa. O processo de produção de “uma-etapa” prevalece na Europa e, na maioria dos casos, substituiu o processo menos econômico de “duas etapas”, que pode envolver o uso de outros retardadores de chamas sem ser HBCD (EPA, 2014).

3. Uso

14. As Partes da Convenção de Estocolmo devem proibir e/ou eliminar o uso de HBCD, exceto caso tenham notificado o Secretariado de sua intenção de usar para poliestireno expandido (EPS) e poliestireno extrudado (XPS) em construções de acordo com a exceção específica de duração limitada listada no Anexo A da Convenção. Além disso, as partes para as quais a emenda não entrou em vigor automaticamente em 2014 podem continuar a produzir HBCD para qualquer propósito até terem ratificado a emenda por meio da qual o químico foi listado no Anexo A. Informações sobre o uso de HBCD podem ser encontradas no registro de exceções específicas da Convenção de Estocolmo no site da Convenção (www.pops.int). Informações sobre o status de ratificação por partes da emenda listando HBCD na Convenção de Estocolmo pode ser

encontrado no site da Seção de Tratados das Nações Unidas (<https://treaties.un.org/>).

15. A maioria do HBCD é usado para reduzir a inflamabilidade de espumas EPS e XPS e têxteis. É estimado que mais de 90 por cento do HBCD é usado como retardador de chamas em espumas EPS e XPS que são usadas como materiais de isolamento em prédios industriais e residenciais no setor da construção (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1). Fora desse setor, espumas de poliestireno (PS) também são usadas para isolar arrefecedores, como um material de empacotamento, decorações e ornamentos, apesar de essas aplicações não conterem, normalmente, retardadores de chamas. O uso de retardadores de chamas no EPS dessas aplicações depende de exigências locais, bem como da qualidade da matéria prima EPS disponível (razões logísticas). O HBCD não é usado na embalagem de comidas de acordo com um relatório técnico da EU (ECHA, 2009), porém EPS retardadora de chamas foram também encontradas em materiais de embalagens (EUMEPS, 2009).

16. O uso de isolamento retardador de chamas EPS e XPS varia dependendo do país, códigos locais de construção e regulamentações de segurança anti-incêndio. Devido aos grandes volumes e tamanhos e aos custos associados com o transporte, os materiais de isolamento feitos de espuma PS costumam ser feitos sob medida para mercados locais e produzidos mais para consumo local do que para exportação (Posner et al, 2010; BSEF, 2011). Em alguns países, praticamente todas as EPS e XPS são retardadoras de chamas, enquanto em outros países são usadas apenas EPS e XPS sem retardador de chamas. A concentração na qual HBCD é usado depende do polímero com o qual é usado e das exigências de segurança anti-incêndio com as quais o produto deve cumprir (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1); as concentrações também variam dependendo do país. Concentrações típicas de HBCD em diferentes materiais são mostradas na tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Concentrações típicas de HBCD em diferentes materiais

Materiais retardadores de chamas	Conteúdo HBCD (em mg/kg)
Poliestireno expandido (EPS)	5,000-10,000 ²
Poliestireno extrudido (XPS)	8,000-25,000 ³
Revestimentos têxteis	60,000-150,000 ⁴
Têxteis	22,000-43,000 ⁵
Poliestireno de Alto Impacto (HIPS)	10,000-70,000 ⁶

17. Uma aplicação menos comum de HBCD é o uso como retardador de chamas em têxteis e revestimentos têxteis para uso em mobília estofada residencial ou comercial, assentos de transporte, cortinas e coberturas de paredes. Os têxteis podem ser tratados com retardadores de chamas via impregnação do tecido ou spray ou via fiação dos polímeros retardadores de chamas em fios têxteis. As concentrações de HBCD usadas na produção de têxteis retardadores de chamas são bem mais altas do que as usadas na produção de espuma PS.

18. Outros usos minoritários de HBCD incluem sua utilização como aditivo em adesivos e tintas e poliestireno de alto impacto (HIPS) para equipamentos elétricos e eletrônicos para torná-los retardadores de chamas. O HBCD foi amplamente substituído por outros retardadores de chamas nessas aplicações.

19. A maioria do HBCD foi usado na União Europeia, porém seu uso na China aumentou na última década (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2, UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1, UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3).

4. Resíduos

20. Ações direcionadas à fluxos de resíduos importantes em termos de volume e concentração serão essenciais na eliminação, redução e controle da carga ambiental de HBCD de atividades de gerenciamento de resíduos. Nesse contexto, deve ser reconhecido que:

(a) O principal uso global de HBCD têm sido como retardador de chamas em espumas EPS e XPS para uso em isolamento e construção (com mais de 90 por cento do HBCD usado para esse propósito), enquanto seu uso em aplicações têxteis e poliestireno de alto impacto (HIPS) em utensílios elétricos e eletrônicos têm sido menos significantes. As avaliações

² Submissões pelo Canadá e pela Plastics Europe/Exiba à Convenção de Estocolmo, 2011 (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1).

³ BFRIP 2005, XPSA e CPIA, PlasticsEurope/Exiba submissões à Convenção de Estocolmo, 2011 (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1).

⁴ Comissão Europeia, 2008; Environment Canada and Health Canada, 2011 (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1).

⁵ Kajiwara et al., 2009.

⁶ ECHA, 2009 (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1).

disponíveis estimam que as emissões de HBCD ao meio ambiente durante a produção e uso químico são pequenas se comparadas com outras fases do ciclo de vida, i.e. as emissões de produtos e resíduos (Comissão Europeia, 2008). As perdas da produção de matéria prima EPS podem, no entanto, serem altas a menos que os materiais da embalagem do HBCD (sacos) sejam adequadamente gerenciados e a menos que medidas de redução de emissões e uso de melhores tecnologias disponíveis (BAT) e melhores práticas ambientais disponíveis (BEP) seja feito (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.1 and Add.2). Se espera que as emissões do processamento de espumas PS sejam bem menores que as emissões associadas com a aplicação de revestimentos contendo HBCD à têxteis (ECHA, 2009);

(b) Existem emissões de HBCD de produtos e artigos (Comissão Europeia, 2008; Miyake et al., 2009; Kajiwara et al., 2009), porém as estimativas sobre emissões durante o uso dos produtos são altamente incertas (ECHA, 2009). Emissões de espuma de poliestireno são baixas (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2) pois o HBCD é incorporado na matriz polimérica do plástico, o que previne a migração e exposição via contato de superfície. No entanto, o uso de HBCD como aditivo retardador de chamas em têxteis pode possivelmente levar a contaminação de água de superfície durante a lavagem do tecido. Além disso, as emissões devido ao desgaste do tecido durante sua vida útil também podem ser esperadas (Comissão Europeia, 2008);

(c) Devido a longa vida útil dos produtos onde o HBCD foi usado, o gerenciamento de resíduos é possivelmente uma fonte crescente de emissões de HBCD ao ambiente. Podem haver algumas emissões de HBCD em poeiras, quando as construções isoladas com materiais retardadores de chamas são demolidas, porém emissões futuras de áreas de construção (e.g., durante reparos ou demolição de prédios, estradas, ferrovias e outras estruturas) dependerá das técnicas de demolição usadas (Comissão Europeia, 2008);

(d) O HBCD pode também ser emitido durante descargas municipais e industriais de águas residuais em água de superfície e por meio de lixiviado de aterros. Existem poucas informações sobre as quantidades de HBCD em lixiviado de aterros; no entanto, considerado a solubilidade baixa na água do HBCD, é acreditado que as emissões de HBCD das superfícies de produtos poliméricos em aterros é limitada ((Environment Canada and Health Canada, 2011)

21. Os resíduos podem conter concentrações variáveis de HBCD, dependendo das quantidades nas quais o químico estava originalmente presente nos produtos específicos e as quantidades emitidas durante o uso dos produtos e gerenciamento no fim da vida útil. No entanto, espera-se que as concentrações de HBCD em espumas de isolamento permaneçam estáveis devido às baixas emissões de HBCD presumidas durante a vida útil dessas espumas (ECHA, 2009). Resíduos de HBCD puro e resíduos de misturas HBCD constituem uma fração baixa dos resíduos totais consistindo em, contendo ou contaminados por HBCD (aqui referidos como “resíduos HBCD”) (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1). Artigos contendo HBCD podem se tornar resíduos de construção, resíduos de equipamentos eletrônicos e elétricos (WEEE), resíduos têxteis, resíduos de móveis, resíduos de veículos ou resíduos domésticos. Resíduos HBCD podem ser encontrados em:

- (a) Químicos HBCD:
 - (i) HBCD puro;
 - (ii) HBCD obsoleto, que não pode mais ser usado;
- (b) Misturas HBCD:
 - (i) Grânulos de EPS;
 - (ii) Masterbatches ²XPS;
 - (iii) Revestimentos têxteis;
 - (iv) Tintas, adesivos e aglutinantes de látex;
- (c) Materiais de empacotamento com misturas de HBCD:
 - (i) Embalagens de HBCD;
 - (ii) Embalagens de misturas de HBCD;
- (d) Artigos contendo HBCD:

² Masterbatch é um composto plástico de um ou mais aditivos em alta concentração usado em segmentos da indústria de transformação plástica (sopro, injeção, extrusão, rotomoldagem, termoformagem e laminação), em resinas ou misturas, como aditivo de cor e balanceador de concentrações.

- (i) Placas de isolamento XPS e EPS;
- (ii) Resíduos da produção de espuma PS (corte de remanescentes, etc.);
- (iii) Resíduos de construção e demolição (placas de isolamento usadas em fundamento, paredes e tetos, coberturas de piso, pisos de estacionamentos, etc.);
- (iv) Materiais de empacotamento feitos de espumas PS;
- (v) Ornamentos e decorações;
- (vi) Preenchimento EPS solto usado em móveis (puffs, sofás);
- (vii) Invólucros (HIPS) e fiação em equipamentos elétricos e eletrônicos;
- (viii) Têxteis retardadores de chamas (roupas protetivas, carpetes, cortinas, tecidos revestidos, tendas, o interior de transportes públicos (e.g., automóveis, trens, aeronaves, etc.) e outros têxteis técnicos);
- (ix) Partes automotivas;

(e) Lamas municipais e industriais e lixo de aterros;

22. Placas de isolamento constituem a maior parte dos resíduos HBCD. Resíduos HBCD apresentam um desafio específico para o gerenciamento de resíduos devido a suas vidas úteis longas. Por exemplo, a vida útil de isolamentos de espuma PS em construções é de aproximadamente 30 a 50 anos (ECHA, 2009; Posner et al, 2010) podendo exceder os 100 anos. O uso de placas de isolamento HBCD e sua presença em construções e outras estruturas vêm aumentando desde os anos 1980, portanto é provável que as emissões de materiais residuais de espumas EPS e XPS se tornem mais significativas no futuro, especialmente por volta de 2025, quando espera-se um grande número de construções contendo HBCD sejam remodelados ou demolidos (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2). Os resultados disso serão diferentes dependendo da região.

23. Espera-se que os fluxos de resíduos HBCD mais importantes em termos de volume sejam:

(a) Placas de isolamento (mais de 90 por cento do HBCD é usado para espumas EPS e XPS retardadoras de chamas no isolamento e em construções (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1));

(b) Resíduos têxteis do revestimento em carros e outros veículos e prédios comerciais, e.g., reciclagem e manutenção;

(c) Resíduos de mobília em países onde EPS e têxteis retardadores de chamas foram usados; e

(d) Materiais de empacotamento feitos de espumas PS retardadoras de chamas.

24. Espera-se que os fluxos de resíduos mais importantes em termos de emissões ou concentração sejam:

(a) Resíduos químicos HBCD;

(b) Resíduos da produção de HBCD (nos poucos países onde HBCD ainda é produzido);

(c) Embalagens usadas para químicos e misturas de HBCD;

(d) Resíduos têxteis do revestimento em carros e outros veículos e prédios comerciais, e.g., reciclagem e manutenção;

(e) Resíduos WEEE e resíduos sólidos do descarte desses resíduos; e

(f) Misturas HBCD (grânulos EPS, masterbatches XPS, revestimentos têxteis).

25. Resíduos HBCD podem ser gerados em várias aplicações, em diferentes estágios do ciclo de vida HBCD por meio de diferentes meios de emissão. O conhecimento de guias de meios de emissão, análise e conhecimento dos métodos de escolha que podem ser usados para gerenciar esses resíduos. A Tabela 2 fornece um resumo de informações relevantes sobre o ciclo de vida dos resíduos HBCD.

Tabela 2: Resumo da produção e aplicação de HBCD e seus meios de emissão ao ambiente (Com base em UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2 e UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1)

Grupo	Materiais fonte Substância usada	Aplicações /Processos	Produto final	Meio de emissão
PRODUÇÃO QUÍMICA DE HBCD				
Produção Química	Ciclododecatrieno, bromo	Síntese química	Químico HBCD	<ul style="list-style-type: none"> • Resíduos sólidos • Água • Lama • Ar
PRODUÇÃO DE MISTURAS HBCD				
(Embalagens vazias de químicos HBCD foram identificadas como uma fonte importante de emissão entre usuários de HBCD de primeira linha e o gerenciamento adequado reduziu as emissões de forma significativa.)				
Produção de misturas HBCD	Estireno, Pentano, HBCD e outros aditivos	Produção de matérias primas de EPS retardadoras de chamas	Grânulos PS contendo um agente de expansão para a produção de EPS	<ul style="list-style-type: none"> • Resíduos sólidos • Lixiviado de aterros • Limpeza de águas residuais • Lama • Ar
	PS, HBCD e outros aditivos	Produção de masterbatches XPS HBCD retardadoras de chamas	composto de masterbatch HBCD para a produção de XPS	
	Surfactantes, HBCD, trióxido de antimônio, adesivo acrílico	A produção de revestimentos têxteis retardadores de chamas	Mistura para revestimentos têxteis	
	Têxteis, HBCD	Produção de têxteis impregnados	Têxteis retardadores de chamas	
	Polímero, HBCD	Produção de fios retardadores de chamas	Polímeros retardadores de chamas da fiação de têxteis	
	Pellets HIPS, trióxido de antimônio, HBCD	HIPS	Pellets HIPS retardadoras de chamas	
		Plásticos de estireno-acrilonitrilo	Resinas de estireno-acrilo(...) Embalagens HBCD	
		Production of adhesives and paints	Adesivos, tintas Embalagens HBCD	
PRODUÇÃO DE ARTIGOS CONTENDO HBCD				
(As colunas abaixo incluem artigos que se tornaram resíduos. Esses resíduos também podem ser gerados em áreas de produção, como remanescentes, corte de resíduos, etc.)				

Artigos EPS	Grânulos EPS	Expansão e moldagem	<p>Isolamento retardador de chamas EPS, incluindo placas de isolamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Isolamento de telhado plano - Isolamento de telhado inclinado - Isolamento de piso - Sistemas de isolamento de piso de concreto - Isolamento de paredes interiores com gesso cartonado (“doublage”) - Isolamento de paredes exteriores ou ETICS (Sistemas Compósitos de Isolamento Externo) - Placas de isolamento de cavidades em paredes - Preenchimento solto para isolamento de cavidades de paredes - Formas de concreto isoladas (ICF) - Sistemas de fundação - Aplicações de fundação que suportam grandes cargas - Materiais de EPS usados em placas sanduíche - Sistemas de aquecimento de piso - Isolamento de som em pisos 	<ul style="list-style-type: none"> • Resíduos sólidos • Lixiviado de aterros • Limpeza de resíduos líquidos industriais e municipais • Águas residuais • Lama • Ar
			Tijolos de concreto de EPS, concreto EPS.	
			Espuma de estabilidade do solo (engenharia civil)	
			Isolamento sísmico	
			Materiais de embalagem feitos de espuma EPS	
			Outros artigos EPS moldados, como ornamentos, decorações etc	
Artigos XPS	masterbatches XPS ou PS, HBCD e outros aditivos (incluindo agentes de expansão como CO ₂)	Expansão e Extrusão	<p>Placas de isolamento XPS retardadoras de chamas: Pisos de pontes</p> <p>Paredes e fundações de porão Telhados invertidos</p> <p>Tetos</p> <p>Isolamento de cavidades</p> <p>Painéis e laminados compósitos</p>	<p>Resíduos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lixiviado de aterros • Limpeza de resíduos líquidos industriais e municipais • Águas residuais • Lama • Ar

⁷ Embalagens EPS normalmente não são feitas de EPS retardador de chamas a menos que especificamente exigido devido questões logísticas e.g., quando as únicas matérias primas disponíveis são retardadoras de chama.

Têxteis	Têxteis retardadores de chamas (revestimentos ou tecidos)		Mobília estofada residencial e comercial	Resíduos sólidos <ul style="list-style-type: none"> • Lixiviado de aterros • Limpeza de resíduos líquidos industriais e municipais • Águas residuais • Lama; Ar
			Assentos de transportes	
			Cortinas e revestimento parede	
			Roupas protetoras e outros têxteis técnicas	
			Tendas etc.	
Equipamentos elétricos e eletrônicos	Pellets HIPS	Produção de invólucros para equipamentos elétricos e eletrônicos	Utensílios elétricos e eletrônicos	Resíduos sólidos <ul style="list-style-type: none"> • Lixiviado de aterros • Limpeza de resíduos líquidos industriais e municipais • Águas residuais • Lama • Ar

II. Disposições relevantes das Convenções da Basileia e de Estocolmo

A. Convenção da Basileia

26. O artigo 1 (“Escopo da Convenção”) define os tipos de resíduos sujeitos a Convenção da Basileia. O subparágrafo 1 (a) desse artigo define um processo de duas etapas para determinar se um “resíduo” é “perigoso” sujeito a Convenção: primeira, o resíduo deve pertencer a qualquer categoria contida no Anexo 1 da Convenção (“Categorias de resíduos a serem controlados”), e segundo, o resíduo deve possuir ao menos uma das categorias listadas no Anexo III da Convenção (“Lista de características perigosas”).

27. Os Anexo I e II da Convenção listam alguns dos resíduos que podem consistir em, contem ou estarem contaminados por HBCD. Eles incluem:

- (a) Y12: Resíduos da produção, formulação e uso de tintas, corantes, pigmentos, tinturas, vernizes;
- (b) Y13: Resíduos da produção, formulação e uso de resinas, látex, plastificantes, colas/adesivos;
- (c) Y17: Resíduos resultantes do tratamento de superfície de metais e plásticos;
- (d) Y18: Resíduos resultantes de operações de descarte industrial;
- (e) Y45: Compostos organohalogêneos sem ser as substâncias referidas nesse Anexo (e.g. Y39, Y41, Y42, Y43, Y44);
- (f) Y46: Resíduos coletados de domicílios.

28. Presume-se que resíduos do Anexo I exibam uma ou mais características perigosas do Anexo III, que podem incluir H4.1 “Sólidos inflamáveis”, H6.1 “Venenosos (Agudos)”, H11 “Tóxicos (Tardios ou crônicos)”, H12 “Ecotóxicos”, ou H13 “Capazes de produzirem outro material perigoso após o descarte” a menos que, por meio de “testes nacionais” seja provado que eles não exibem essas características. Testes nacionais podem ser úteis para identificar uma característica especialmente perigosa listada no Anexo III até que essa característica seja completamente definida. Por exemplo, testes tanto para EPS quanto para XPS conduzidos pela indústria de acordo com As Orientações Técnicas WM2 da Agência Ambiental do Reino Unido (Resíduos perigosos: Interpretação da definição e classificação de resíduos perigosos) concluíram que placas de espuma EPS e XPS que contenham HBCD não precisam ser classificadas como resíduos perigosos (HBCD em Espumas de Poliestireno: Avaliação de Segurança do Produto 2013). Documentos de orientação para as características perigosas do Anexo III H11, H12 e H13 foram adotados de forma interina pela Conferência das Partes da Convenção da Basileia em sua sexta e sétima reuniões.

29. A Lista A do Anexo VIII descreve resíduos que são “caracterizados como perigosos sob o Artigo 1, parágrafo 1 (a) dessa Convenção apesar de “sua designação nesse Anexo não inviabilizar o uso do Anexo III [características perigosas] para demonstrar que um resíduo não é perigoso” (Anexo I, parágrafo (b)). A lista A do Anexo VIII inclui vários resíduos ou categorias de resíduos que têm o potencial de conter ou estarem contaminados

por HBCD, incluindo:

- (a) A1180: Aglomerados ou sucata de resíduos elétricos e eletrônicos contendo componentes como acumuladores e outras baterias incluídas na lista A, disjuntores de mercúrio, vidro de tubos de raios catódicos e outros vidros ativados e capacitores-PCB, ou contaminados com constituintes do Anexo I (e.g., cádmio, mercúrio, chumbo, bifenilo policlorado) em quantidades que possuam qualquer das características contidas no Anexo III (notar a entrada relacionada na lista B B1110);
- (b) A3050: Resíduos da produção, formulação e uso de resinas, látex, plastificantes, colas/adesivos excluindo resíduos especificados na lista B (notar a entrada relacionada na lista B B4020);
- (c) A3120: Fluff – fração leve da trituração;
- (d) A4070: Resíduos da produção, formulação e uso de tintas, corantes, pigmentos, tinturas, e vernizes excluindo os resíduos especificados na lista B (notar a entrada relacionada na lista B B4010);
- (e) A4130: Embalagens e recipientes de resíduos contendo substâncias do Anexo I em concentrações suficientes para exibir qualquer característica perigosa do Anexo III;
- (f) A4140: Resíduos consistindo em, ou contendo químicos fora de especificação ou ultrapassados correspondendo a categorias do Anexo I e exibindo características perigosas do Anexo III;
- (g) A4160: Carbono ativado gasto não incluído na lista B (notar a entrada relacionada na lista B B2060);

30. A lista B do Anexo IX da Convenção lista resíduos que “não estão sob o Artigo 1, parágrafo 1 (a) dessa Convenção a menos que contenham materiais do Anexo I o suficiente para apresentarem uma característica do Anexo III. A Lista B do Anexo IX inclui vários resíduos ou categorias de resíduos que têm o potencial de conter ou estarem contaminados por HBCD, incluindo:

- (a) B1110: Aglomerados elétricos e eletrônicos:
 - Aglomerados eletrônicos consistindo apenas de metais ou ligas
 - Aglomerados ou sucata de resíduos elétricos e eletrônicos contendo componentes como acumuladores e outras baterias incluídas na lista A, disjuntores de mercúrio, vidro de tubos de raios catódicos e outros vidros ativados e capacitores-PCB, ou contaminados com constituintes do Anexo I (e.g., cádmio, mercúrio, chumbo, bifenilo policlorado) em quantidades que possuam qualquer das características contidas no Anexo III (notar a entrada relacionada na lista A A1180);
 - Montagens elétricas ou eletrônicas (incluindo placas de circuito impresso, componentes eletrônicos e fiação) destinados para reutilização direta e não para reciclagem ou descarte;
- (b) B1250: Veículos automotores no fim da vida útil, que não contém líquidos ou outros componentes perigosos;
- (c) B3010: Resíduos plásticos sólidos;⁹
- (d) B3030: Resíduos têxteis;
- (e) B3035: Resíduos têxteis para revestimento de pisos, carpetes;
- (f) B4010: Resíduos consistindo principalmente em tintas com base de água/látex, tinturas e vernizes endurecidos que não contenham solventes orgânicos, metais pesados de biocidas em quantidade suficiente para torná-los perigosos (notar a entrada relacionada na lista A A4070);
- (g) B4020: Resíduos da produção, formulação e uso de resinas, látex, plastificantes, colas/adesivos, não listados na lista A, solventes livres e outros contaminantes contanto que não exibam características do Anexo III, e.g. com base de água, ou condutos com base em caseína, amido, dextrina, éteres de celulose, álcoois de polivinil (notar a entrada relacionada na lista A A3050).

31. Para maiores informações ver a seção II.A das orientações técnicas gerais.

⁸ Essa entrada não se refere a sucata de geração de energia elétrica.

⁹ Referir-se ao Anexo IX da Convenção da Basileia para uma descrição completa dessa entrada.

B. Convenção de Estocolmo

32. O presente documento aborda HBCD produzido intencionalmente cuja produção e uso devem ser eliminados de acordo com o Artigo 3 e a parte I do Anexo A da Convenção de Estocolmo.
33. A parte VII do Anexo A da Convenção de Estocolmo define exigências específicas para produtos contendo HBCD fabricados sob a exceção, conforme:
- “Cada parte que tenha se registrado para a exceção pertinente ao Artigo 4 para a produção e uso de hexabromociclododecano para poliestireno expandido e poliestireno extrudado em construções, deve tomar as medidas necessárias para garantir que o poliestireno expandido e o poliestireno extrudado contendo HBCD possam ser facilmente identificados por rótulos ou outros meios por todo seu ciclo de vida.”
34. Maiores informações sobre o registro de exceções específicas para HBCD estão disponíveis em: www.pops.int.
35. Para maiores informações, ver a seção II.B das orientações técnicas gerais.

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

A. Conteúdo baixo de POP

36. A definição provisória de conteúdo POP baixo para HBCD é 100 mg/kg ou 1000 mg/kg.¹¹
37. O conteúdo POP baixo descrito na Convenção de Estocolmo independe das disposições sobre resíduos perigosos sob a Convenção da Basileia.
38. Resíduos com um conteúdo de HBCD acima de 100 mg/kg ou 1000 mg/kg¹² devem ser descartados de modo ao conteúdo POP ser destruído ou transformado irreversivelmente de acordo com os métodos descritos na seção IV.G.2. Do contrário, eles podem ser descartados de forma ambientalmente segura, caso a destruição ou transformação irreversível não sejam as opções ambientalmente preferíveis de acordo com os métodos descritos na seção IV.G.3.
39. Resíduos com um conteúdo de HBCD em ou abaixo de 100 mg/kg ou 1000 mg/kg devem ser descartados de acordo com os métodos referidos na subseção IV.G.4 das orientações técnicas gerais (que define métodos de descarte quando o conteúdo POP é baixo) considerando a seção IV.I.1 abaixo (que aborda situações de maior risco).
40. Para maiores informações sobre conteúdo POP baixo, referir-se à seção III.A das orientações técnicas gerais.

B. Níveis de destruição e transformação irreversível

41. Para a definição provisória de níveis de destruição e transformação irreversível, ver a seção III.B das orientações técnicas gerais.

C. Métodos que constituem descarte ambientalmente seguro

42. Ver a seção IV.G abaixo e a seção IV.G das orientações técnicas gerais.

IV. Orientações sobre gerenciamento ambientalmente seguro (ESM)

A. Considerações gerais

43. Para maiores informações, ver a seção IV.A das orientações técnicas gerais.

B. Quadro legislativo e regulatório

¹¹ Determinados de acordo com métodos e padrões nacionais e internacionais. É observado que será realizado trabalho adicional para chegar em um único valor de acordo com a decisão BC-12/3.

¹² *Ibid.*

44. As Partes das Convenções da Basileia de Estocolmo devem examinar suas estratégias, políticas, controle, padrões e procedimentos para garantir que estão de acordo com as duas convenções e com suas obrigações sob elas, incluindo aquelas pertinentes ao ESM de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por HBCD:
45. Os elementos de um quadro regulatório aplicável ao HBCD devem incluir medidas para prevenir a geração de resíduos e garantir o gerenciamento ambientalmente seguro dos resíduos gerados. Esses elementos podem incluir:
- (a) Legislação de proteção ambiental estabelecendo um regime regulatório, definindo limites de emissão e estabelecendo critérios para qualidade ambiental;
 - (b) Proibições sobre a produção, venda, uso, importação e exportação de HBCD, exceto em casos onde as partes notificaram o Secretariado de sua intenção de usar ou produzir HBCD de acordo com a exceção específica listada no Anexo A da Convenção de Estocolmo;
 - (c) Uma exigência de uso de melhores tecnologias disponíveis (BAT) e melhores práticas ambientais (BEP) na produção e uso de HBCD, em casos onde as partes notificaram o Secretariado de sua intenção de usar ou produzir HBCD de acordo com a exceção específica listada no Anexo A da Convenção de Estocolmo;
 - (d) Medidas que garantam que os resíduos HBCD não possam ser descartados de forma a permitir recuperação, reciclagem, uso direto ou usos alternativos de HBCD;
 - (e) Controles de ESM adequados para separar materiais contendo HBCD de materiais que podem ser reciclados (e.g., materiais de isolamento e embalagem que não contenham HBCD, têxteis e materiais feitos com retardadores de chamas alternativos);
 - (f) Medidas necessárias para garantir que EPS e XPS contendo HBCD possam ser facilmente identificados em todo seu ciclo de vida via rótulos ou outros meios, em casos onde as partes notificaram o Secretariado de sua intenção de usar ou produzir HBCD de acordo com a exceção específica listada no Anexo A da Convenção de Estocolmo;
 - (g) Exigências de transporte para resíduos e materiais perigosos;
 - (h) Especificações para recipientes, equipamentos, recipientes para grandes volumes e áreas de armazenamento para resíduos químicos HBCD;
 - (i) Especificação de métodos analíticos e de amostragem aceitáveis para HBCD;
 - (j) Exigências para instalações de gerenciamento e descarte de resíduos;
 - (k) Definições de resíduos perigosos e condições e critérios para a identificação e classificação de resíduos HBCD como resíduos perigosos;
 - (l) Uma exigência geral para a notificação pública e a revisão de regulamentações, políticas, certificados de aprovação, licenças, informações de inventário e dados de emissões nacionais propostos com relação a resíduos;
 - (m) Exigências de identificação, avaliação e recuperação de áreas contaminadas;
 - (n) Exigências sobre a saúde e segurança dos trabalhadores; e
 - (o) Outras medidas legislativas sobre, e.g. prevenção e minimização de resíduos, desenvolvimento de inventário e resposta de emergência.
46. Para maiores informações, ver a seção IV.B das orientações técnicas gerais.

C. Prevenção e minimização de resíduos

47. Tanto a Convenção da Basileia quanto a de Estocolmo defendem a prevenção e a minimização de resíduos. A produção e o uso de HBCD estão visados para completa eliminação sob Convenção de Estocolmo, a menos que se enquadrem nas exceções listadas na parte I do Anexo A da Convenção.
48. As quantidades de resíduos contendo HBCD devem ser minimizadas por meio de isolamento e separação desses resíduos para prevenir a mistura e contaminação de outros fluxos de resíduos.
49. A mistura e fusão de resíduos com um conteúdo de HBCD acima de 100 mg/kg ou 1000 mg/kg com outros materiais apenas com o objetivo de gerar uma mistura com um conteúdo de HBCD em ou abaixo de 100 mg/kg ou 1000 mg/kg não é ambientalmente segura. Entretanto, a

mistura ou fusão de materiais como um método de pré-tratamento pode ser necessária para permitir o tratamento ou otimizar sua eficiência.

50. Para maiores informações, ver a seção IV.C das orientações técnicas gerais.

D. Identificação de resíduos

51. O artigo 6, parágrafo 1 (a), da Convenção de Estocolmo exige que cada parte, *inter alia*, desenvolva estratégias adequadas para a identificação de produtos e artigos sendo utilizados e resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por POPs. A identificação de resíduos HBCD é o ponto de início para um ESM eficiente.

52. Para informações gerais sobre identificação e inventários, ver a seção IV.D das orientações técnicas gerais.

1. Identificação

53. Resíduos HBCD podem ser encontrados nos seguintes estágios do ciclo de vida HBCD:

(a) Processamento e fabricação de HBCD:

- (i) Resíduos gerados da produção e processamento de HBCD
- (ii) Na água, solo ou sedimentos próximos a áreas de processamento ou fabricação;
- (iii) Águas residuais e lama industrial;
- (iv) Lixiviados de aterros onde resíduos de aplicações industriais foram descartados;
- (v) Estoques de materiais não utilizáveis ou não comercializáveis;

(b) Aplicações industriais de HBCD (Matéria prima EPS e produção de espuma XPS, produção têxtil, produção de mobília, produção de equipamentos elétricos e eletrônicos):

- (i) Resíduos gerados da aplicação de HBCD;
- (ii) Na água, solo ou sedimentos próximos a áreas de processamento ou fabricação;¹³
- (iii) Águas residuais e lama industrial;
- (iv) Lixiviados de aterros onde resíduos de aplicações industriais foram descartados;
- (v) Estoques de materiais não utilizáveis ou não comercializáveis;

(c) Uso industrial de misturas, produtos e materiais contendo HBCD (e.g., produção de espuma EPS, produção de mobília, instalação de placa de isolamento):

- (i) Resíduos de produção e instalação (e.g., resíduos de cortes, remanescentes, poeira, etc.)
- (ii) Na água, solo ou sedimentos próximos a áreas onde esses produtos foram usados;

(d) Uso de produtos ou artigos contendo HBCD:

- (i) Na água, solo ou sedimentos próximos a áreas onde esses produtos foram usados;

(e) Descarte de produtos ou artigos contendo substâncias relacionadas ao PFOS:

- (i) Em certas instalações de coleta, reciclagem e recuperação de têxteis, espumas PS, equipamento elétrico e eletrônico, e veículos;
- (ii) Em lixiviado de aterros municipais;
- (iii) Em águas residuais e lamas municipais.

¹³ Li et al, 2012.

53.

54. Deve ser observado que mesmo equipes técnicas experientes podem não ser capazes de determinar a natureza de um efluente, substância, recipiente ou pedaço de equipamento pela sua aparência ou marcas. Consequentemente, as partes podem considerar as informações sobre a produção, uso e tipos de resíduos fornecidas na seção I.B do presente documento úteis na identificação de artigos e misturas contendo HBCD.

55. Atualmente podem ser encontrados no mercado artigos e produtos que contém HBCD ou retardadores de chamas alternativos ou mesmo produtos que não contém nenhum retardador de chamas, dependendo das exigências de segurança, códigos de construção e dos tipos de matérias primas EPS disponíveis do mercado específico. Não é possível distinguir entre EPS, XPS, têxteis ou mobílias que contém e que não contém HBCD com base apenas na aparência. É útil conhecer os códigos de segurança atuais e passados.

56. Em casos onde EPS e XPS sejam produzidos sob exceção específica listada no Anexo A da Convenção de Estocolmo, a Convenção estabelece que todas as partes devem tomar as medidas necessárias para garantir que o poliestireno expandido e o poliestireno extrudado contendo HBCD possam ser facilmente identificados por rótulos ou outros meios por todo seu ciclo de vida.

57. O raio-X fluorescente pode ser usado como um método de triagem rápido e custo-eficiente para determinar se um material contém bromo. A presença do bromo em artigo com base PS produzidos antes de 2014 costuma indicar a presença de HBCD. Podem ter sido usados outros retardadores de chamas bromados que não o HBCD para aumentar a resistência ao fogo de artigos PS no processo de produção de “duas etapas”, um processo raro que aparentemente é usado apenas nos EUA. Nesses casos, como tanto HBCD e os retardadores de chamas usados no processo de duas etapas contém bromo, o raio-X não será capaz de distinguir entre esses retardadores de chamas.

2. Inventários

58. Ao desenvolver um inventário, é importante considerar a vida útil dos artigos e quando eles foram colocados no mercado. O uso de HBCD em artigos depende principalmente das regulamentações e práticas locais (atuais e histórico), e pode ser possível identificar as épocas nas quais retardadores de chamas foram exigidos para os usos dos artigos. Como a maioria dos EPS e XPS retardadores de chamas foi produzida com HBCD até recentemente, o impacto nos volumes de resíduos POPs é grande.

59. Materiais de isolamento de espuma PS e certos têxteis têm uma vida útil muito longa e entram no estágio de resíduo décadas após sua introdução no mercado. Sua presença depende das regulamentações de segurança locais na época da construção ou introdução no mercado. Além disso, equipamentos elétricos e eletrônicos têm uma vida útil relativamente longa, mas o HBCD foi majoritariamente substituído nessas aplicações e a maioria desses artigos pode já ter sido descartado (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1) O mesmo acontece com materiais de embalagem, que têm vidas úteis pequenas, mas não costumam conter HBCD. No entanto, eles podem ter contaminado fluxos de reciclagem.

60. O primeiro passo que deve ser tomado no desenvolvimento de inventários HBCD é a identificação dos tipos de indústria que podem estar produzindo HBCD ou o usando na produção de misturas ou artigos. Os inventários devem, conforme adequado, se basear nas seguintes informações:

- (a) Produção de HBCD em um país;
- (b) Importações e exportações de produtos e artigos contendo HBCD;
- (c) Uso de artigos contendo HBCD no país;
- (d) Exigências regulatórias atuais e passadas (e.g., códigos de construção, exigências de segurança anti-incêndio) abordando o uso de materiais de isolamento e têxteis, que ajudariam a estabelecer se os materiais produzidos em uma época contém HBCD;
- (e) Descarte de resíduos HBCD, incluindo possível reciclagem em produtos não retardadores de chamas;
- (f) Importações e exportações de resíduos HBCD.

61. A preparação de inventários exige cooperação entre aqueles que estão produzindo os inventários e os atores relevantes, como autoridades de segurança anti-incêndio e de construção; possíveis produtores de HBCD, misturas ou formulações de HBCD; usuários a jusante produzindo

artigos contendo HBCD; oficiais da alfândega; equipes de instalações de reciclagem e descarte de resíduos; pontos focais nacionais das Convenções da Basileia e de Estocolmo. Em alguns casos, regulamentações do governo podem ser exigidas para garantir que aqueles de posse de resíduos HBCD relatem essa posse e cooperem com inspetores do governo.

62. O reconhecimento da probabilidade da maioria do HBCD ser encontrado em isolamento no setor da construção e a análise do histórico de medidas regulamentares governando o uso de retardadores de chamas nesse setor, bem como práticas de construção, devem auxiliar no cálculo da magnitude de esforços necessários para inventariar HBCD e reduzir o número de possíveis áreas onde existem resíduos HBCD. Caso o HBCD tenha sido produzido ou importado para um país para uso na formulação de misturas HBCD, as companhias envolvidas podem ser capazes de estimar ou fazer cálculos exatos das vidas úteis e quantidades de HBCD usado em aplicações domésticas e, portanto, essas companhias devem fazer parte da preparação de inventários.

63. Apesar do HBCD ter permeado o mercado mundial desde 1960, seu uso cresceu nas últimas décadas em resposta às exigências de segurança anti-incêndio nacionais estabelecendo o uso de retardadores de chamas. Mesmo em casos onde essas exigências não existem, materiais retardadores de chamas podem ser usados por razões logísticas, i.e., quando as únicas matérias primas disponíveis para certos artigos são retardadoras de chamas.

64. Os volumes de artigos retardadores de chamas HBCD importados e exportados globalmente são desconhecidos.

D. Amostragem, análise e monitoramento

65. Para informações gerais sobre amostragem, análise e monitoramento, ver a seção IV.E das orientações técnicas gerais.

66. Especificamente para artigos que podem conter HBCD, a amostragem, análise e monitoramento devem ser descritos em conjunto com processos de coleta e manejo de resíduos, que são específicos para cada categoria de resíduo.

1. Amostragem

67. A amostragem serve como um importante elemento para a identificação e monitoramento de preocupações ambientais e riscos à saúde humana.

68. Procedimentos padronizados de amostragem devem ser estabelecidos e acordados antes do início da campanha de amostragem. A amostragem deve cumprir com legislações específicas e nacionais, caso existam, ou com padrões e regulamentações internacionais. Atualmente, não existe nenhum método padronizado para a amostragem de HBCD em artigos, como espumas, mobília e têxteis.

69. Para construções, pode ser determinada a probabilidade de um material conter ou não HBCD com base em uma análise das exigências de segurança e códigos de construção vigentes na época. Nesses casos a amostragem pode não ser necessária. Caso os dados exigidos para conduzir esse tipo de análise não estejam disponíveis, e em casos onde pode ser adequado provar que as placas de espuma PS em uma construção específica não contêm HBCD, a amostragem anterior à demolição é recomendada para determinar a presença do HBCD. A amostragem de diferentes partes de uma construção (faixada, piso, etc.) também pode ser necessária. Com relação à WEEE, *A Especificação Técnica (TS): 50625-3-1 Coleta, logística e exigências de tratamento para WEE*, que está sendo desenvolvida atualmente na Europa irá descrever um método de amostragem para WEEE.

70. Tipos de matrizes que costumam ser amostradas para HBCD incluem:

(a) Líquidos:

(i) Lixiviado de aterros;

(ii) Água (água de superfície, águas subterrâneas, água potável e efluentes industriais e municipais);

(iii) Fluidos biológicos (sangue, no caso de monitoramento da saúde de trabalhadores, leite materno);

(b) Sólidos:

(i) Lamas de esgoto;

(ii) Amostras biológicas (tecido adiposo);

- (iii) Estoques de HBCD, misturas e artigos consistindo em, contendo ou contaminados por HBCD;
- (iv) Poeira de interior;
- (c) Gases:
 - (i) Ar (interior e exterior);
 - (ii) Gás de exaustão.

2. Análise

71. A análise se refere a extração, purificação, separação, identificação, quantificação e comunicação das concentrações de HBCD encontradas na matriz de interesse. Para obter resultados significativos e aceitáveis, os laboratórios de análise devem ter infraestrutura necessária e experiência prévia.

72. O desenvolvimento e disseminação de métodos analíticos confiáveis e a acumulação de dados analíticos de boa qualidade são importantes para compreender o impacto ambiental de químicos perigosos, incluindo POPs.

73. O total de HBCD (i.e., a soma de todos os isômeros HBCD) pode ser analisado com espectrômetros de cromatografia de massa a gás (GC-MS), espectrômetros de cromatografia líquida de massa (LC-MS) e espectrômetros de cromatografia líquida de massa de alta performance (HPLC-MS). A HPLC-MS também pode servir para identificar isômeros HBCD individuais. Detectores de ionização de cromatografia-inflamável a gás (GC-FID) usando uma referência HBCD também são capazes de identificar e quantificar o HBCD. Foram desenvolvidos vários métodos analíticos para a análise de HBCD em amostras ambientais e em espumas, porém nenhum foi internacionalmente padronizado. As precisões bem como a comparabilidade, especialmente em níveis baixos, podem ser questionadas até que métodos padrão estejam disponíveis. Para a análise de HBCD em plásticos usados para produtos elétricos, o padrão IEC 62321-6 'Determinação de certas substâncias em produtos eletrotécnicos – Parte 6: Determinação de bifenilos polibromados e éteres difenilo polibromados em polímeros e eletrônicos por GC-MS, IAMS and HPLC-UV' pode ser aplicado. A análise de HBCD em artigos, como mobília, necessita ser melhor desenvolvida.

74. Análises de laboratório não são meios viáveis de determinar a presença de HBCD em materiais e artigos que se tornaram resíduos, já que elas são muito dispendiosas e demoradas. Atualmente, existem métodos rápidos e custo-eficientes que podem determinar a presença de bromo em materiais e artigos; a presença de bromo pode ser um indicador de presença de HBCD em artigos EPS e XPS colocados no mercado antes de 2014 em países onde o HBCD era o único retardador de chamas usado em espumas PS. Existem métodos disponíveis para analisar HBCD em WEEE, porém não em têxteis.

3. Monitoramento

75. Monitoramento e supervisão servem como elementos para identificação e acompanhamento de preocupações ambientais e riscos à saúde humana. Informações coletadas com programas de monitoramento são alimentadas em processos científicos de tomada de decisão e utilizadas para a avaliação da eficiência das medidas de gerenciamento de riscos, incluindo regulamentações.

76. Programas de monitoramento devem ser implementados em instalações que gerenciam HBCD e resíduos HBCD.

E. Manejo, coleta, empacotamento, rotulagem, transporte e armazenamento

77. Para informações gerais sobre manejo, coleta, embalagem, rotulagem, transporte e armazenamento, ver a sessão IV.F das orientações técnicas gerais. A *Especificação Técnica (TS): 50625-3-1 Coleta, logística e exigências de tratamento para WEE*, que está sendo desenvolvida atualmente na Europa irá descrever os processos de gerenciamento de resíduos para WEEE.

1. Manejo

78. Organizações que manejam resíduos HBCD ou resíduos de misturas HBCD devem ter procedimentos específicos para lidar com esses resíduos e os trabalhadores devem ser treinados nesses procedimentos.

79. O HBCD é comumente encontrado em poeiras domésticas, amostras do meio ambiente e

no ar interno de casas de veículos de transporte, apesar de não existirem informações sobre as quantidades de HBCD emitidas dessas fontes.

80. Caso ocorra compactação de poliestireno para reduzir o volume dos resíduos, medidas adequadas devem ser tomadas para proteger a saúde humana e o meio ambiente da exposição ao HBCD emitido dos polímeros degradados. Deve ser tomado cuidado no manejo de resíduos HBCD para evitar emissões de HBCD ao meio ambiente provenientes de artigos devido à quebra ou danos à integridade do artigo.

81. Os fluxos de resíduos contendo HBCD devem ser separados dos fluxos de resíduos não contendo HBCD (mesmo que por vezes ambos tenham a mesma aparência) para facilitar o gerenciamento ambientalmente seguro (por exemplo, construções podem conter tanto material de isolamento retardador de chamas quanto não retardador de chamas). A separação não será necessária apenas em casos onde resíduos não contendo HBCD sejam gerenciados de acordo com a sessão IV.G das orientações técnicas gerais.

2. Coleta

82. Arranjos de coleta que incluam depósitos para resíduos químicos HBCD devem fornecer a separação de resíduos HBCD de outros resíduos.

83. Resíduos HBCD como materiais de isolamento, materiais de embalagem, e resíduos têxteis contendo HBCD devem ser coletados separadamente dos resíduos que não contem HBCD, a menos que os resíduos sejam incinerados ou gerenciados de outra forma de acordo com a sessão IV.G das orientações técnicas gerais.

84. Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (WEEE) podem conter poliestireno de alto impacto (HIPS) contendo HBCD. Para maiores informações, ver a sessão IV.F.2 das orientações técnicas POP-BDEs (UNEP, 2015a). A *Especificação Técnica (TS): 50625-3-1 Coleta, logística e exigências de tratamento para WEE*, que está sendo desenvolvida atualmente na Europa irá descrever um processo de amostragem para WEEE.

85. Depósitos de coleta não devem se tornar instalações de armazenamento a longo prazo para resíduos HBCD.

3. Empacotamento

86. HBCD, embalagens de HBCD, resíduos de misturas HBCD e espumas de poliestireno compactado contendo HBCD devem ser adequadamente embaladas antes do armazenamento para facilitar o transporte e como medida de segurança para a redução do risco de vazamentos ou derrames. Artigos contendo HBCD são tipicamente produtos de consumo e não necessitam de empacotamento específico. No entanto, caso compactação dos resíduos ocorra, medidas adequadas devem ser tomadas para proteger a saúde humana e o meio ambiente da exposição ao HBCD.

4. Rotulagem

87. Cada recipiente carregando resíduos químicos HBCD deve, conforme adequado, estar rotulado de forma clara com uma etiqueta de aviso de perigo e uma etiqueta fornecendo detalhes sobre o recipiente juntamente com um número de série único. Esses detalhes devem incluir o conteúdo do recipiente (e.g., contagens exatas de equipamentos, volume, peso, tipo de resíduo contido), o nome da instalação na qual os resíduos foram originados para permitir sua rastreabilidade e, caso adequado, a data de reembalagem e o nome e telefone da pessoa responsável pela operação de reembalagem.

88. Fluxos de resíduos contendo HBCD devem ser claramente identificados para facilitar seu ESM. Isso é especialmente importante caso se encontrem tanto artigos HBCD quanto não HBCD. A Convenção de Estocolmo define que para EPS e XPS produzidos sob a exceção específica listada no Anexo A da Convenção de Estocolmo, as partes devem tomar as medidas necessárias para garantir que EPS e XPS contendo HBCD sejam facilmente identificados por rótulos ou outros meios durante seus ciclos de vida.

5. Transporte

89. Devem ser tomadas medidas adequadas para prevenir o espalhamento ou vazamento de resíduos químicos HBCD. Esses resíduos devem ser manejados separadamente durante o transporte para evitar sua mistura com outros materiais.

6. Armazenamento

90. Resíduos HBCD devem ser armazenados em áreas específicas e medidas adequadas devem

ser tomadas para prevenir o espalhamento, emissão e vazamento subterrâneo de HBCD, e controlar a difusão de odores.

91. Medidas adequadas, como a instalação de divisórias, devem ser tomadas para evitar a contaminação de outros materiais e resíduos com HBCD.

92. Áreas de armazenamento para resíduos HBCD devem ter estradas de acesso adequadas para os veículos.

93. Grandes quantidades de resíduos HBCD sendo armazenadas devem ser protegidas de fogo, já que esses resíduos costumam ser inerentemente inflamáveis.

F. Descarte Ambientalmente seguro

1. Pré-tratamento

94. Para informações, ver a subseção IV.G.1 das orientações técnicas gerais. Caso ocorra compactação de poliestireno para reduzir o volume dos resíduos, medidas adequadas devem ser tomadas para proteger a saúde humana e o meio ambiente da exposição ao HBCD. A compactação também pode causar emissão de substâncias indesejadas e.g., substâncias danificadoras da camada de ozônio usadas como agentes de expansão na produção de algumas espumas.

2. Métodos de destruição e transformação irreversível

95. Os métodos de destruição e transformação irreversível para o descarte ambientalmente seguro de resíduos com um conteúdo de HBCD acima de 100 mg/kg ou 1000 mg/kg¹⁴ de acordo com as orientações técnicas gerais incluem:

- (a) Co-incineração com forno de cimento;
- (b) Incineração de resíduos perigosos; e
- (c) Incineração avançada de resíduos sólidos (ASWI).

96. Deve ser ressaltado que PBDDs/PBDFs e PXDDs/PXDFs podem ser gerados da incineração de resíduos HBCD (Mark et al, 2015).

97. Para maiores informações, ver a subseção IV.G.2 das orientações técnicas gerais.

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

98. Para informações, ver a subseção IV.G.3 das orientações técnicas gerais.

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

99. Para informações, ver a subseção IV.G.4 das orientações técnicas gerais.

G. Reabilitação de áreas contaminadas

100. Para informações, ver a seção IV.H das orientações técnicas gerais.

H. Saúde e segurança

101. Para informações, ver a seção IV.I das orientações técnicas gerais.

1. Situações de maior risco

102. Para informações, ver a subseção IV.I.1 das orientações técnicas gerais.

103. Situações de maior risco ocorrem em áreas onde grandes concentrações de HBCD ou grandes volumes de resíduos HBCD são encontrados e existe grande potencial de exposição dos trabalhadores ou da população geral. A exposição direta à pele e a inalação de poeira fina ou partículas contendo HBCD são particularmente preocupantes. Por exemplo, foram encontrados altos níveis de HBCD no sangue de trabalhadores de instalações que produzem EPS com HBCD (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2). A aplicação das medidas de segurança ocupacional recomendadas é necessária para limitar os riscos aos trabalhadores (Comissão Europeia, 2008).

¹⁴ *Ibid* 13.

104. Situações de maior risco específicas ao HBCD podem ocorrer em:
- (a) Instalações de produção de HBCD ou misturas de HBCD;
 - (b) Instalações produzindo matérias primas de EPS, masterbatches XPS e revestimentos têxteis;
 - (c) Em construções onde placas de isolamento contendo retardadores de chamas estão sendo instaladas ou demolidas (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2) ou onde espumas PS estão sendo compactadas e podem ser emitidas em forma de poeira;
 - (d) Em instalações de gerenciamento de resíduos de construção;
 - (e) Em instalações de gerenciamento de resíduos têxteis e móveis;
 - (f) Em instalações de gerenciamento de WEEEs; e
 - (g) Em instalações de gerenciamento de resíduos de veículos.

2. Situações de menor risco

105. Para informações sobre situações de menor risco, ver a subseção IV.I.2 das orientações técnicas gerais.

I. Resposta de emergência

106. Planos de resposta de emergência devem ser estabelecidos para instalações onde o HBCD é produzido (caso permitido), usado, armazenado, transportado ou descartado. Para informações sobre planos de resposta de emergência, ver a subseção IV.J das orientações técnicas gerais.

J. Participação Pública

107. As Partes das Convenções da Basileia ou Estocolmo devem ter processos abertos de participação pública.

Anexo das orientações técnicas

Bibliografia

- Abdallah, M.A. et al, 2008. “Comparative evaluation of liquid chromatography-mass spectrometry versus gas chromatography-mass spectrometry for the determination of hexabromocyclododecanes and their degradation products in indoor dust”, *Journal of Chromatography A*, vol. 1190, pp. 333-341.
- Bromine Science and Environmental Forum (BSEF), 2011. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. January 2011.
- European Chemical Industry Council (CEFIC) and PlasticsEurope, 2013. Best practice for the End-of-Life - EoL management of Polystyrene Foams in Building & Construction. Available from: <http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/AdditionalResources/tabid/4740/Default.aspx>.
- Environment Canada and Health Canada, 2011. *Screening Assessment Report on Hexabromocyclododecane*. Available at: <http://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=En&n=7882C148-1>.
- EPA, 2010. *Hexabromocyclododecane (HBCD) Action Plan*. Available from: www.epa.gov.
- EPA, 2014. *Flame Retardant Alternatives for Hexabromocyclododecane (HBCD) Chapter 2 HBCD Uses, End-of-Life, and Exposure: Final Report*. Available from: www.epa.gov.
- European Manufacturers of Expanded Polystyrene (EUMEPS), 2011. EUMEPS 2011. Post-Consumer EPS Waste Generation and Management in European Countries 2009. Final Report. 187
- European Commission, 2006. Reference Document Best Available Techniques for Waste Incineration. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/wi.html>.
- European Commission, 2008. *Risk assessment hexabromocyclododecane, CAS-No.: 25637-99-4, EINECS No.: 247-148-4, Final Report May 2008*. Available from: echa.europa.eu.
- European Chemicals Agency (ECHA), 2009. *Data on Manufacture, Import, Export Uses and Releases of HBCDD as well as Information on Potential Alternatives to Its Use*. Available at: http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/tech_rep_hbccdd_en.pdf.
- PlasticsEurope, Exiba, Efra and Cefic, 2013. HBCD in Polystyrene Foams: Product Safety Assessment. Available from: <http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/AdditionalResources/tabid/4740/Default.aspx>
- Heeb, N.V. et al, 2005. “Structure elucidation of hexabromocyclododecanes - a class of compounds with a complex stereochemistry”, *Chemosphere*, vol. 61 No. 1., pp. 65-73.
- Kajiwara, N. et al 2009. “Determination of flame-retardant hexabromocyclododecane diastereomers in textiles”, *Chemosphere*, vol. 74 No. 11, pp. 1485-9.
- Li et al., 2012. “Levels and distribution of hexabromocyclododecane (HBCD) in environmental samples near manufacturing facilities in Laizhou Bay area, East China”, *Journal of Environmental Monitoring*, vol. 14, pp. 2591-2597.
- 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.
- Miyake, Y. et al, 2009. “Exposure to hexabromocyclododecane (HBCD) emitted into indoor air by drawing flame retarded curtain”, *Organohalogen Compounds*, vol. 71, pp. 1553-1558. Available at: http://risk.kan.ynu.ac.jp/publish/masunaga/masunaga200908_3.pdf
- PlasticsEurope, 2014. End-of-life treatment of HBCD-containing polystyrene insulation foams. Available from: <http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/AdditionalResources/tabid/4740/Default.aspx>
- Rüdel, H. et al, 2012. “Monitoring of hexabromocyclododecane diastereomers in fish from European freshwaters and estuaries”, *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 19, pp. 772-783.
- Rüdel, H., Nowak, J., Mueller, J., Ricking, M., Quack, M., Klein, R. 2014 “HBCD diastereomer levels in fish and suspended particulate matter from European freshwater and estuary sites - environmental quality standard compliance and trend monitoring”. SETAC Europe Abstract book. P. 127. https://c.ymcdn.com/sites/www.setac.org/resource/resmgr/Abstract_Books/SETAC-Basel-abstracts.pdf?hhSearchTerms=%22HBCD+and+diastereomer%22

Posner, S., Roos, S. and Olsson, E., 2010. "Exploration of management options for HBCDD", SWEREA (Scientific Work for Industrial Use) report 09/52.

Suzuki, S. and Hasegawa, A., 2006. "Determination of hexabromocyclododecane diastereoisomers and tetrabromobisphenol A in water and sediment by liquid chromatography/mass spectrometry", *Analytical Science*, vol. 22 No. 3, pp. 469-474.

Takigami, H., Watanabe, M. and Kajiwara, N., 2014. "Destruction behavior of hexabromocyclododecanes during incineration of solid waste containing expanded and extruded polystyrene insulation foams", *Chemosphere*, vol. 116, pp. 24-33.

UNEP, 2015. *General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants.*

UNEP, 2015a. *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.*

Persistent Organic Pollutants Review Committee (POPRC), 2010. *Risk profile on hexabromocyclododecane.* UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2. Available from: www.pops.int.

Persistent Organic Pollutants Review Committee (POPRC), 2011. *Risk management evaluation on hexabromocyclododecane.* UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1. Available from: www.pops.int

Persistent Organic Pollutants Review Committee (POPRC), 2011. *Addendum to the risk management evaluation on hexabromocyclododecane.* UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3. Available from: www.pops.int.

