



Hexabromociclododecano
(HBCDD ou HBCD - *hexabromocyclododecane*)

CONSULTOR: Adan Santos Lino

Inventário preliminar do hexabromociclododecano (HBCDD; HBCD – *hexabromocyclododecane*) no Brasil a ser entregue como parte do segundo produto do convenio entre a Fundação Educacional Ciência e Desenvolvimento (FECD) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Rio de Janeiro, abril de 2020



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1- HBCDD como Poluente Orgânico Persistente.....	10
1.2- Produção.....	12
1.3- Aplicações.....	13
1.4- Alternativas.....	15
2. INVENTÁRIO DO HBCDD.....	18
2.1- Produção.....	19
2.2- Comércio.....	20
2.2.1. Comercialização nacional e internacional de HBCDD.....	20
2.2.2. Comercialização de produtos que possam conter HBCDD.....	22
2.3- Estimativas Gerais.....	25
3. PLANO DE AÇÃO.....	26
4. REFERÊNCIAS.....	27
5. ANEXOS.....	32
5.1- Tabelas de Balanço Comercial.....	32



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diferentes formas de comercialização do HBCDD. Fonte: alibaba.com.....13

Figura 2: Balanço comercial (importação e exportação) de janeiro de 1997 a dezembro de 2019 em Tonelada Líquida de derivados halogenados dos hidrocarbonetos ciclânicos, ciclênicos ou cicloterpênicos. Fonte Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>).....21

Figura 3: Balanço comercial (importação e exportação) de janeiro de 2011 a dezembro de 2019 em Tonelada Líquida de Artefatos para apetrechamento de construções, de plásticos, de poliestireno expandido (EPS). Fonte Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>).....23

Figura 4: Dados de produção e CAN (Consumo Aparente Nacional) = (Produção + Importação) – Exportação. De 1999 a 2017, o CAN e a produção de EPS cresceram, respectivamente, a uma taxa anual de 4,0% e 4,8%. Na mesma base de comparação, as exportações cresceram a 6,3% a.a. e as importações a 3,2% a.a. Fonte: www.epsbrasil.eco.br24

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Possíveis nomenclaturas (químicas, genéricas e comerciais), fórmula química e estrutural, algumas propriedades do HBCDD (mistura técnica) e possíveis números do Serviço de Resumo Químico (CAS – Chemical Abstract Service) (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2).....7



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química)

ABICHAMA (Associação Brasileira da Indústria dos Retardantes de Chama)

ABRAPEX (Associação Brasileira de Poliestireno Expandido)

CAN (consumo aparente nacional)

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, atual Companhia Ambiental do Estado de São Paulo)

CDT (ciclododecatrieno)

CFCs (*chlorofluorocarbons* – cloro fluorcarbono)

EPS (*expanded polystyrene* – poliestireno expandido)

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente)

HBCDD (*hexabromocyclododecane* – hexabromociclododecano)

HCFCs (*hydrochlorofluorocarbons* – hidrocloro fluorcarbonos)

HIPS (*High impact polystyrene* – poliestireno de alto impacto)

MMA (Ministério do Meio Ambiente)

ME (Ministério da Economia)

NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul)

NIP (*National Implementation Plan* – Plano Nacional de Implementação)

PBB (*polybrominated biphenyls* – bifenilas polibromadas)

PBDEs – (*polybrominated diphenyl ether* – éteres difenílicos polibromados)

POPs (Poluentes Orgânicos Persistentes)

PPE/HIPS (*polyphenylene ether/ high impact polystyrene* - éter de polifenileno/poliestireno de alto impacto)

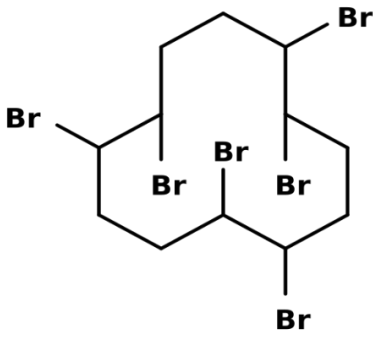
XPS (*extruded polystyrene* – poliestireno extrudado)



1. INTRODUÇÃO

O hexabromociclododecano (HBCDD¹ – *hexabromocyclododecane*) é um hidrocarboneto cicloalifático produzido pela bromação de quatro isômeros de 1,5,9 ciclododecatrieno (CDT) (trans,trans,trans-,trans,trans,cis-trans, cis,cis-,e cis,cis,cis-CDT). É uma substância sintética, sem ocorrência natural conhecida. A fórmula estrutural do HBCDD é uma estrutura de anel cíclico ligada a átomos de bromo. A fórmula molecular do composto é C₁₂H₁₈Br₆ e sua massa molecular é 641 g/mol. 1,2,5,6,9,10-HBCDD têm seis centros estereogênicos e, em teoria, 16 estereoisômeros podem ser formados (HEEB et al. 2005). No entanto, para o HBCDD comercial, apenas três dos estereoisômeros são comumente encontrados, nominalmente, alfa (α-), beta (β-) e gama (γ-) HBCDD. Dependendo do fabricante e do método de produção usado, o HBCDD técnico consiste de 70 a 95 % de γ-HBCDD e 3 a 30 % de α- e β-HBCDD.

Quadro 1: Possíveis nomenclaturas (químicas, genéricas e comerciais), fórmula química e estrutural, algumas propriedades do HBCDD (mistura técnica) e possíveis números do Serviço de Resumo Químico (CAS – Chemical Abstract Service) (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2).

Nome comum (abreviação em inglês)	Hexabromociclododecano (HBCDD; HBCD)
Nomenclatura IUPAC	(1R,2R,5R,6S,9S,10R)-1,2,5,6,9,10-hexabromociclododecano
Exemplo da estrutura molecular	
Fórmula e massa molecular	C ₁₂ H ₁₈ Br ₆ ; 641 g/mol
Solubilidade em água	65,6 µg L ⁻¹
Pressão de vapor	6,3x10 ⁻⁵ Pa a 21 °C

¹ *A fim de padronizar e facilitar futuras buscas de informação a respeito do hexabromociclododecano, a sigla em inglês HBCDD (*hexabromocyclododecane*) foi adotada ao longo do texto.



Log k_{ow}	5,63
Constante da Lei de Henry	$7,40 \times 10^{-6} \text{ atm} \cdot \text{m}^3 \text{ mol}^{-1}$
Sinônimos	1,2,5,6,9,10-Hexabromocyclododecane; HBCD; ; HBCD HT; 1.2.5.6.9.10-H; Hexabromocyclododecane HT; Alpha Hexabromocyclododecane; Hexabromocyclododecane SP-75C; Cyclododecane, 1,2,5,6,9,10-hexabromo; 1,2,5,6,9,10-Hexabromocyclododecane HBCD; 1,2,5,6,9,10-Hexabromocyclodecan; 1,2,5,6,9,10-hexabromociclododecano; Cyclododecane; 1,2,5,6,9,10-hexabromo; Cyclododecane; 1,2,5,6,9,10-HEXABROMO; Hexabromocyclododecane; Hexabromo; SAYTEX(R) HBCD FLAME RETARDANT; SAYTEX HBCD; Hexabromocyclododecane, Tech; UNII-11I055K0BP; 11I055K0BP; Cyclododecane, 1,2,5,6,9,10-hexabromo-;(1R,2R,5R,6S,9S,10R)-(+)-gamma-HBCD; gamma-Hexabromocyclododecane; gamma-HBCD; (+)-gamma-Hexabromocyclododecane; gamma-Hexabromocyclododecane, (+)-;(1R,2R,5R,6S,9S,10R)-rel-1,2,5,6,9,10-Hexabromocyclododecane
Números de CAS (chemical abstract service)	25637-99-4 - Hexabromociclododecano; 3194-55-6 - 1,2,5,6,9,10-HBCD; 134237-50-6 alfa-HBCD; 134237-51-7 beta-HBCD; 134237-52-8 gama-HBCD; EC number: 247-148-4.
Nomes comerciais genéricos	Bromkal 73-6CD; Bromkal 73-6D; Nikkafainon CG 1; Pyroguard F 800; Pyroguard SR 103; Pyroguard SR 103A; Pyrovatex 3887; Great Lakes CD-75P™; Great Lakes CD-75; Great Lakes CD75XF; Great Lakes CD75PC (compactad); Dead Sea Bromine Group Ground FR 1206 I-LM; Dead Sea Bromine Group Standard FR 1206 I-LM; Dead Sea Bromine Group Compactad FR 1206 I-CM; CD-75; FR 120; FR 1206HT; Pyroguard SR 104; SR 104; YM 88 ⁸

O HBCDD também é chamado de composto organobromado ciclo-alifático e não é comparável aos outros retardantes de chama bromados, cujo uso já é proibido há algum tempo, como por exemplo as bifenilas polibromadas (PBBs – *polybrominated biphenyls*) e os éteres difenílicos polibromados (PBDEs – *polybrominated diphenyl ethers*). Realmente, o HBCDD não gera nenhuma dioxina ou furano tóxicos durante a combustão. Esta foi a conclusão do Ministério do Meio Ambiente alemão em 1990, com relação à combustão de poliestireno com um conteúdo de HBCDD cinco vezes maior que o normal (3% do peso). Descobriram que o HBCDD não é uma fonte de formação de polibromodibenzofuranos nem de dioxinas em diferentes fornos de combustão numa variação de temperatura de 400°C a 800 °C. O mesmo resultado foi obtido pelo Ministério do Meio Ambiente holandês em 1989 por pirólise de poliestireno com um conteúdo de HBCDD equivalente a 10% do peso). No



entanto, devido as suas características de bioacumulação, biomagnificação, persistência e potencial para ser transportado a longas distâncias, o HBCDD é considerado um poluente orgânico persistente (POP).

1.1. HBCDD como Poluente Orgânico Persistente

O HBCDD é difundido no ambiente global, com níveis elevados encontrados em grandes predadores do Ártico. Na biota, o HBCDD é bioconcentrante, bioacumulativo e biomagnificante. O HBCDD 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 HBCDD passa por degradação primária sob algumas condições. No entanto, a degradação completa no meio ambiente é um processo lento (Environment and Health Canada, 2011). O principal produto da transformação do HBCDD é o 1,5,9-CDT, que é formado pela dehalogenação redutiva por etapas de HBCDD (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2).

Poucos são os trabalhos que avaliaram a ocorrência de HBCDD em amostras ambientais. A distribuição geográfica do HBCDD foi investigada através da análise do tecido muscular de atum (*Katsuwonus pelamis*) coletados em água offshore de diversos locais do mundo, incluindo o Brasil (UENO et al., 2006). Os três isômeros individuais do HBCDD (alfa, gama e beta HBCDD) foram detectados em quase todas as amostras ($<0,1$ a 45 ng g^{-1}), indicando a presença generalizada deste composto no ambiente marinho. Além disso, os autores observaram que o HBCDD apresentou um dos maiores potenciais de mobilidade atmosférica entre vários poluentes orgânicos persistentes. Além disso, um outro estudo realizado recentemente forneceu dados de concentração no ar, em escala mundial, de novos retardantes de chama e mostrou que o HBCDD era o mais abundante (LEE et al., 2016).

Vários estudos mostram a ocorrência de HBCDD no ar interior e na poeira doméstica, bem como em pó de cabines de carros novos e antigos (EC, 2008; MIYAKE et al., 2009, KAJIWARA et al., 2009 apud UNEP, 2011). Emissões de HBCDD para o ar interior a partir de produtos de Poliestirenos expandido (EPS – *expanded polystyrene*) ou Poliestireno extrudado (XPS – *extruded polystyrene*) durante a vida útil são consideradas como baixas,



embora as estimativas sobre lançamentos durante o uso de artigos contendo HBCDD sejam incertas (ECHA, 2009 apud UNEP, 2011).

Os resíduos de HBCDD incluem resíduos de produção, de painéis de isolamento, de construção e de outras aplicações, tais como produtos elétricos e eletrônicos, têxteis e veículos de transporte. Não se sabe até que ponto os produtos finais contendo HBCDD são depositados em aterros, incinerados, deixados no meio ambiente ou reciclados (UNEP, 2011). Nos países em desenvolvimento, como no Brasil, o HBCDD pode ser liberado para o meio ambiente em qualquer etapa do seu ciclo de vida. Durante a reciclagem, por exemplo, aparelhos elétricos e eletrônicos contendo substâncias tóxicas e HBCDD são muitas vezes liberados para o meio ambiente, gerando contaminação de áreas e exposição de trabalhadores. Queima a céu aberto e disposição em lixões são destinos possíveis para os artigos contendo HBCDD e resíduos eletrônicos (UNEP, 2011).

Devido as suas características de bioacumulação, biomagnificação, persistência e potencial para ser transportado a longas distâncias, o HBCDD foi listado pela Convenção de Estocolmo em 2013, durante a COP 6, como um POP. Em sua sexta reunião que aconteceu do dia 28 de abril ao dia 10 de maio de 2013, a Conferência das Partes da Convenção de Estocolmo adotou uma emenda ao Anexo A à Convenção listando o HBCDD com exceções específicas para produções permitidas para as partes listadas no registro de exceções específicas. No Brasil, de acordo com a decisão SC-6/13 e que expirou no ano de 2019, o uso do HBCDD era permitido em EPS e em XPS, ambos para aplicação na construção civil (90%), com concentrações variando de 0,3 a 0,7%. Nesse caso, em painéis e lajes industrializados, o material exige a classificação como série F (presença de retardante de chama), atendendo à NBR 11948 – Ensaio de flamabilidade – método de ensaio qualitativo (MMA, 2013).

1.2. Produção

Embora tenha sido listado como um POP na Convenção de Estocolmo em 2013 (UNEP 2013), o HBCDD ainda é produzido globalmente a uma escala de aproximadamente de 30.000 toneladas por ano (UNEP 2015a). Atualmente, a China é considerada como a nação



que mais produz e consome o HBCDD no cenário mundial (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2).

O HBCDD tem sido comercializado mundialmente desde os anos 1960 e continua sendo produzido para utilização na fabricação de EPS e XPS. Ele vem sendo produzido especialmente na China, União Europeia e Estados Unidos. A produção total de HBCDD foi estimada em cerca de 31.000 toneladas em 2011, das quais cerca de 13.000 toneladas foram produzidas em países da União Europeia e nos Estados Unidos, e 18.000 toneladas na China (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1, UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3). Para comparação, em 2001, a demanda por HBCDD foi entre 9.500 toneladas e 16.500 toneladas na Europa, 3.900 toneladas na Ásia e 2.800 toneladas nas Américas Sul e Norte (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1 e UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3). A partir do segundo trimestre de 2016, o HBCDD deixou de ser produzido na Europa. Devido às obrigações impostas pela Convenção de Estocolmo e às alternativas para o HBCDD estarem disponíveis para EPS e XPS, espera-se que a produção futura e volume de utilização diminuam (UNEP 2015a, ECHA 2009).

Através do site alibaba.com verificou-se que é possível efetuar a compra de diversas quantidades de HBCDD. Empresas de diferentes países, como Coréia do Sul, Itália, Taiwan e, sendo a grande maioria, oriundas da China, exportam essa substância de diferentes formas, quantidades e valores (Figura 1).



Figura 1: Diferentes formas de comercialização do HBCDD. Fonte: alibaba.com

1.3 Aplicações



O HBCDD é utilizado como retardante de chama, para retardar a ignição e o subsequente crescimento das chamas em veículos, edifícios ou objetos. O HBCDD é utilizado principalmente em EPS e XPS, em espumas de Poliestireno para isolamento e construção civil, tendo outros usos em aplicações têxteis e aparelhos elétricos e eletrônicos (Poliestireno de alto impacto – HIPS – *high impact polystyrene*). Nos têxteis, o HBCDD é utilizado em revestimentos para estofados e outros tecidos de interiores, incluindo aplicações automotivas. Os volumes de artigos importados e exportados mundialmente que utilizam HBCDD são desconhecidos (UNEP, 2011).

Existem dois tipos de EPS: os da classe T (não são retardadores de chama) e os da classe F, que segue os mesmos princípios e especificações técnicas, porém há presença de aditivos retardantes de chama, que geram melhorias significativas no comportamento do EPS em relação ao fogo. Entretanto, é muito difícil prever o comportamento do EPS dado à complexidade de uma situação de fogo real. Baseada em ensaios realizados em laboratório, existem inúmeros ensaios em pequena escala que mostram claramente que é muito mais difícil queimar EPS fabricado com aditivos retardantes de chama do que o EPS fabricado com material padrão. Na presença de enormes fontes de ignição ou fluxos significativos de calor, e.g. maiores de 50 Kw m^{-2} , oriundas de incêndios com outro material, o EPS do tipo “F” eventualmente queimará, refletindo a natureza orgânica do poliestireno.

O EPS tipo “F” contém uma pequena quantidade de HBCDD (no máximo de 0,5%). O HBCDD tem um efeito benéfico quando o EPS é exposto a uma fonte de incêndio. A espuma se encolhe rapidamente retirando-se da fonte de calor, dessa forma a probabilidade de ignição é reduzida. Os produtos de decomposição do ativo causam o apagamento da chama, dessa forma quando retiramos a fonte de ignição, o EPS não continuará queimando.

Uma aplicação menos comum de HBCDD 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 HBCDD usadas na produção de têxteis retardadores de chamas são bem mais altas que as usadas na produção de espuma EPS.



Outros usos minoritários de HBCDD incluem sua utilização como aditivos em adesivos e tintas e HIPS para equipamentos elétricos e eletrônicos para torna-los retardadores de chamas tais como armários, equipamento audiovisual, o forro de geladeiras, caixas de junção para linhas elétricas e certas aplicações na fiação. O HBCDD foi amplamente substituído por outros retardadores de chamas nessas aplicações, como argilas, organofosforados, e compostos halogenados modificados, entre outros.

O uso de HBCDD em EPS em material de embalagem é considerado pequeno (UNEP 2010a). No entanto, uma primeira triagem de EPS incluindo materiais de embalagem na Coreia do Sul revelou que também algum material de embalagem de isopor foi tratado com HBCDD ou continha EPS / XPS reciclado (RANI et al. 2014).

Presumiu-se que o HBCDD não é utilizado em embalagens de alimentos de acordo com o relatório técnico desenvolvido na UE (ECHA 2009). No entanto, em um primeiro levantamento de materiais de contato com alimentos EPS, o HBCDD também foi descoberto em caixas de gelo e em bandejas de peixes (RANI et al., 2014). O HBCDD também foi detectado em boias de água em níveis baixos, o que também indica que eles foram feitos de EPS reciclado (HONG et al. 2013).

1.4. Alternativas

A produção de HBCDD diminuiu nos últimos anos e já existem no mercado alternativas químicas para substituir a HBCDD no EPS, XPS, HIPS e no revestimento têxtil. Após a disponibilização de qualquer alternativa em quantidades comerciais, levará algum tempo até que a indústria procure a qualificação e a certificação dos produtos de poliestireno em esferas e espumas para a classificação de fogo. A Convenção de Estocolmo destaca algumas alternativas aos principais usos do HBCDD em seu website <http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/HBCD/tabid/5861/Default.aspx>.

Existem alternativas tecnicamente viáveis para a maioria das aplicações em que o HBCDD é utilizado. A curto prazo, estão a tornar-se disponíveis alternativas químicas para a produção de EPS e XPS numa só fase. As alternativas incluem a substituição de



retardadores de chama, a substituição de resina/material e a reformulação do produto. Várias destas alternativas são isentas de halogêneos e foram consideradas melhores alternativas para o ambiente e a saúde nas avaliações que se seguem: ECHA 2009; SWEREA 2010; e KLIF 2010. No entanto, podem apresentar outros riscos, tais como outras substâncias nocivas ou poeiras, que é necessário ter em conta.

Estão disponíveis tanto retardadores de chamas alternativos quanto alternativas ao EPS e ao XPS. Um copolímero bromado de butadieno e estireno, atualmente denominado BLUEGETM Polymeric FRTM uma marca registrada da Dow Chemical Company, está disponível no mercado (também disponível com os seguintes nomes: Emerald Innovation 3000, FR-122P e GreenCrest). Ele foi projetado para fornecer as propriedades retardadoras de chamas a pequenas cargas de espuma de poliestireno, para cumprir as exigências de prevenção de incêndios da indústria como, por exemplo, a resistência de ignição (BEACH 2013). Com base nos critérios e orientações da DfE Análise de Alternativas, o perfil de risco do copolímero bromado de butadieno e estireno (CASRN 1195978-93-8) mostra que é previsto que ele seja mais seguro que o HBCDD para diversas finalidades. Devido ao seu grande tamanho, falta de componentes de baixo peso molecular e grupos funcionais não reativos, os perigos para a saúde humana de intoxicação do meio ambiente para esse polímero são medidos ou previstos como baixos, apesar de dados experimentais não estarem disponíveis para todas as utilizações. Em geral, se espera que o potencial de exposição do copolímero bromado de butadieno e estireno seja menor que o de outros químicos sendo avaliados já que é um polímero grande e, portanto, menos provável de se dispersar do poliestireno. As designações de risco dessa alternativa são baseadas em altas formulações de peso molecular do polímero, onde todos os componentes têm um peso molecular maior que 1.000. Para o copolímero bromado de butadieno e estireno, o peso molecular é por volta de 100.000 daltons.

Espumas de isolamento EPS e XPS não retardadoras de chamas em combinação com outros materiais de construção são utilizadas em alguns países para proteger o EPS e o XPS de pegarem fogo. Por exemplo, na Suécia e na Noruega, as regulações nacionais permitem o uso de materiais não retardadores de chamas, contanto que o elemento total de construção cumpra com os requerimentos de segurança e prevenção de incêndios. Nesses países, o EPS



em combinação com barreiras térmicas (materiais não combustíveis com capacidade térmica para suportar altas temperaturas e.g. concreto) é utilizado como alternativa para EPS e XPS retardadores de chamas. A utilização do EPS em combinação com barreiras térmicas reduz a necessidade do EPS retardador de chamas sem comprometer a prevenção de incêndio nas construções (KLIF 2010). Nos Estados Unidos, no Canadá e na maioria da Europa, onde aparentemente existem requerimentos materiais para materiais de isolamento, o EPS e o XPS em sua aplicação para construções provavelmente devem conter retardadores de chamas (BLOMQVIST 2010).

As alternativas ao HIPS incluem: resorcinol bis (fosfato de bifênila), bisphenol A bis (fosfato de bifênila), cresilo difenil fosfato, fosfato de trifênila e ligas de éter de polifenileno/poliestireno de alto impacto (PPE/HIPS – *polyphenylene ether/ high impact polystyrene*) tratadas como alternativas de retardadores de chamas livres de halogênios. Informações específicas não estão disponíveis para descrever o desempenho do resorcinol bis (fosfato de bifênila) e do cresilo difenil fosfato no HIPS. No entanto, tendo em vista o fato de que o HBCDD não é comumente utilizado nos HIPS e que essas alternativas foram preliminarmente identificadas como tecnicamente executáveis, é possível que essas substâncias estejam sendo utilizadas e que seus atributos de desempenho sejam similares ao HBCDD (MAAG et al. 2010). E em relação ao PPE/HIPS, grandes fábricas europeias de aparelhos televisores aparentemente estão utilizando ligas, incluindo PPE/HIPS, com retardadores de chamas não halogênicos. Essa é uma indicação de que ligas de PPE/HIPS com retardadores de chamas não halogênicos também são capazes de ter a performance exigida pelos padrões da indústria. Ligas de PPE/HIPS têm sabidamente uma resistência inerente relativamente maior a pegar fogo ou alastrar chamas porque formam uma superfície de espuma carbonizada isolante quando aquecidas. Elas também têm maior força de impacto e oferecem oportunidades de design similares para partes com detalhes estruturais delicados. Além disso, ligas de PPE/HIPS exigem menos mudanças aos moldes e ferramentas de alto preço utilizadas no processo de moldagem (MAAG et al. 2010).

Em relação às alternativas para revestimentos têxteis, sistemas intumescentes têm mostrado seu potencial com sucesso. Vários sistemas intumescentes para aplicação em têxteis estão no mercado já há 20 anos (POSNER et al. 2010). Eles são baseados na formação



de alcatrão mineral expandido, que age parcialmente como uma barreira de isolamento contra o calor e como um retentor de fumaça. Sistemas intumescentes para revestimentos têxteis requerem manejo especial em sua aplicação para garantir que os sistemas funcionem conforme o intencionado. É importante que as melhores condições e combinações dos três componentes diferentes dos sistemas estejam em distribuição uniforme e dispersão bem distribuída na aplicação têxtil para a proteção contra chamas desejada ser atingida (POSNER 2004).

2. INVENTÁRIO DO HBCDD NO BRASIL

A primeira ação desenvolvida no intuito de construir um inventário do HBCDD no Brasil, seguindo seu respectivo guia publicada pela Convenção de Estocolmo (UNEP, 2015a) e após estudar profundamente o tema, foi a de identificar os potenciais detentores de informação a nível nacional e realizar uma consulta a respeito de todo o ciclo de vida do HBCDD.

Primeiramente, foi realizada uma consulta às instituições governamentais como as secretarias do próprio MMA, o IBAMA – órgão anuente de importação de algumas substâncias controladas pela Convenção de Estocolmo –, o Ministério da Economia, (ME) e todas as secretarias ambientais e federações industriais dos 26 estados brasileiros. Em paralelo, foi feita uma listagem, de forma individual, de associações empresariais e empresas privadas potencialmente envolvidas em alguma etapa do ciclo de vida do HBCD – produção, importação e exportação, usos e destino final do HBCD e dos produtos que possam contê-las – em território nacional. A partir da busca exaustiva na internet, foram listadas 1007 empresas ou associações de diversos ramos como potenciais fontes de HBCDD. A partir de então, as instituições foram consultadas, via questionário oficial do MMA (Ofício circular nº 171), enviados por correio eletrônico – quando disponível – ou diretamente por suas páginas na web. No entanto, até a presente data, só obtivemos uma resposta, que foi da BASF AS quanto às atividades realizadas com o HBCDD. Foram reportados dois questionários: um da empresa Styropek (negócio que pertenceu a BASF até março de 2015) e um da empresa Chemetall



(empresa adquirida pela BASF em novembro de 2016). Porém apenas a empresa Styropek relatou sobre o HBCDD.

Nesta consulta, objetivou-se ressaltar as obrigações do Estado brasileiro para com o tratado internacional da Convenção de Estocolmo e solicitar toda e qualquer informação a respeito de todas e quaisquer etapas do ciclo de vida do HBCDD – produção, importação e exportação, usos e destino final do HBCDD e dos produtos que possam contê-las. Além disso, foi ressaltada a importância econômica da manutenção e o bom desenvolvimento de tal inventário a fim de identificar as necessidades da indústria brasileira a serem apresentadas ao secretariado da Convenção e em relação ao comércio internacional de produtos brasileiros. Pois, mesmos produtos que não estejam diretamente envolvidos no ciclo de vida direto dos POPs podem ser afetados pela presença dos mesmos no meio ambiente, como as exportações agropecuárias, uma vez que a contaminação ambiental por POPs, mesmo em baixas concentrações no solo, água e ar, pode levar a contaminações elevadas nas commodities (TORRES et al., 2013; WEBER, 2017; WEBER et al., 2018).

2.1 Produção

De acordo com o levantamento inicial, nenhuma indústria ou associação relatou produzir HBCDD no Brasil. Além disso, até o momento, não se tem um produto técnico e economicamente viável para a substituição em produções de grande escala. No Brasil, em relação às alternativas ao HBCDD, a Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM) informou que não existem produtos nacionais que possam substituir essa substância (MMA, 2013).

2.2 Comércio

2.2.1 Comercialização nacional e internacional de HBCDD

De acordo com o IBAMA, entre os anos de 1997 e 2011, o HBCDD era importado com o código NCM 29035990. Nesse período, os EUA se destacaram como o principal exportador



(55%), seguido da China (28%) e Holanda (12%), onde um total de aproximadamente 1300 toneladas líquida de produtos foi comercializado. Entre os anos de 2012 a 2016, o HBCDD era importado com o código NCM 29038990, onde os EUA assumiram mais o seu protagonismo, com um percentual de 80% de exportação, seguido da China (19%) e da Holanda (1%), de um total de aproximadamente 620 toneladas líquido de produtos. A partir de 2017, o HBCDD começou a ser importado com código 29038900, onde a China se tornou a principal exportadora, atingindo 82%, com os EUA passando para 18% de um total de aproximadamente 370 toneladas líquido de produtos comercializados. Em alguns anos entre 1997 e 2011 o Brasil exportou HBCDD com o código 29035990, com a Alemanha sendo a principal exportadora nesse período, representando cerca de 36%, seguida da Itália (29%) e Argentina (18%) de um total de 17 toneladas líquidos de produtos comercializados. Na Figura 2 é representado o balanço comercial (importação e exportação) de janeiro de 1997 a dezembro de 2019 em Tonelada Líquida de derivados halogenados dos hidrocarbonetos ciclânicos, ciclênicos ou cicloterpênicos.

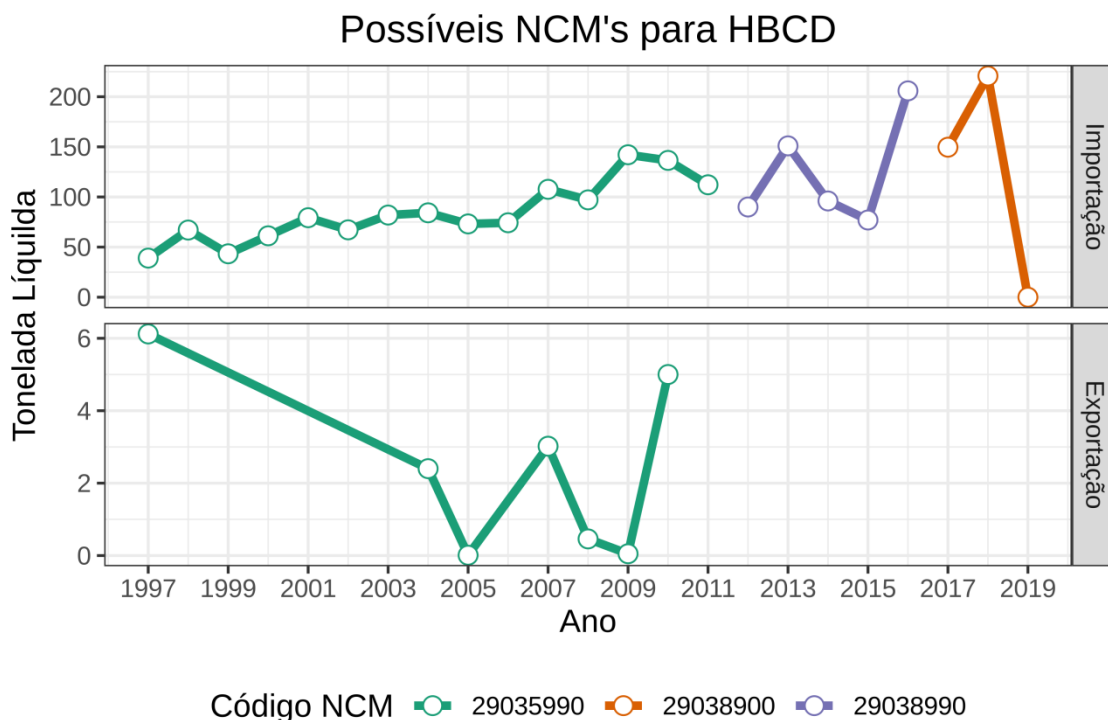




Figura 2: Balanço comercial (importação e exportação) de janeiro de 1997 a dezembro de 2019 em Tonelada Líquida de derivados halogenados dos hidrocarbonetos ciclânicos, ciclênicos ou cicloterpênicos. Fonte Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>)

O levantamento inicial indicou que as importações dessa substância estão aumentando, uma vez que passaram de 90 toneladas em 2012 para 115 toneladas só nos nove primeiros meses de 2013. No entanto, só a partir de 2013 que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), como órgão anuente, passou a anuir as licenças de importação desta substância. As informações que dispomos sobre as quantidades importadas de HBCDD, para os anos 2017 e 2018, são de respectivamente: 110 toneladas e 129,65 toneladas da substância, conforme consulta junto ao Siscomex-Importações.

Na consulta do inventário do NIP do ano de 2015, foi informado que entre os anos de 2011 a 2013, foram importados 205 mil quilos por duas empresas para aplicação na fabricação de EPS, para uso como isolamento térmico na indústria de construção civil e, também, como aditivo retardante de chamas para uso industrial.

A STYROPEK EPS do Brasil Ltda foi a única empresa que respondeu o nosso questionário como usuária do HBCDD, no qual utilizava como matéria prima, com a funcionalidade de retardante de chama. Segundo Massayuki Kinoshita da Styporek, o HBCDD foi utilizado até março de 2018 e era fornecido pela empresa Chemtura. O HBCDD foi substituído por um produto polimérico, o Emerald.

2.2.2 Comercialização de produtos que possam conter HBCDD

Como dito anteriormente, o HBCDD é utilizado principalmente como retardante de chama em EPS e XPS, em espumas de Poliestireno para isolamento e construção civil. O EPS é comercializado com o NCM 39259010 e com a seguinte descrição: Artefatos para apetrechamento de construções, de plásticos, de poliestireno expandido. De acordo a pesquisa realizada juntamente no site da Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>), entre os anos de 2011 e 2019, foram importadas aproximadamente 4300 toneladas líquidas de EPS, sendo a China a principal exportadora, com 80% da comercialização, seguida de Hong Kong (6,7%) e Alemanha (3,7%). Em relação à exportação, aproximadamente 333 toneladas



líquida de EPS foram comercializadas, sendo os principais importadores o Paraguai (71), Bolívia (14%) e Argentina (12%). Na Figura 3 é representado o balanço comercial (importação e exportação) de janeiro de 2011 a dezembro de 2019 em Tonelada Líquido de Artefatos para apetrechamento de construções, de plásticos, de poliestireno expandido.

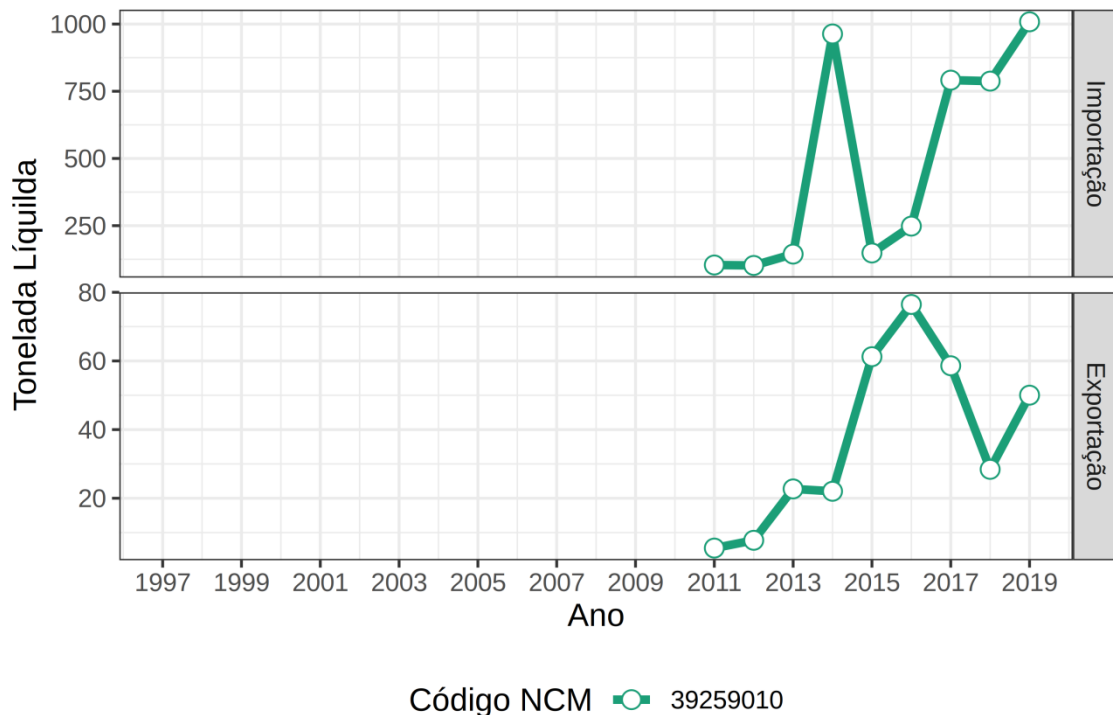


Figura 3: Balanço comercial (importação e exportação) de janeiro de 2011 a dezembro de 2019 em Tonelada Líquida de Artefatos para apetrechamento de construções, de plásticos, de poliestireno expandido (EPS). Fonte Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>)

De acordo com os valores apresentados e considerando a porcentagem de 0,3 a 0,7% de uso do HBCDD no EPS, estima-se que entre 2011 e 2019, 1,29 a 6,14 toneladas líquida de HBCDD tenha chegado em território brasileiro através da importação do EPS.

O gráfico abaixo mostra os dados de produção e do consumo aparente nacional (CAN) de EPS, até o ano de 2017. De 1999 a 2017, tanto o consumo aparente nacional quando a produção de EPS cresceram, aumentando assim a demanda de HBCDD no Brasil. Estima-se, por exemplo, que em 2017, tenha utilizado 130 a 310 toneladas de HBCDD na fabricação de EPS, um aumento de aproximadamente 90% em relação ao ano de 2011. De



acordo com a ABIQUIM, o Brasil possui sete empresas associadas fabricantes e transformadoras de poliestireno e outras três empresas que trabalham com esse produto; no entanto, não se conhece o número de empresas pequenas e médias que podem utilizar o produto (MMA, 2013).

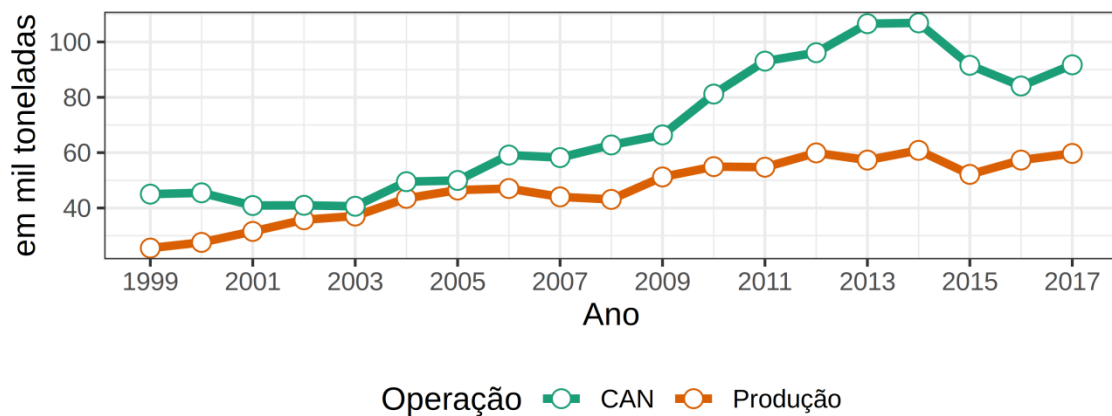


Figura 4: Dados de produção e CAN (Consumo Aparente Nacional) = (Produção + Importação) – Exportação. De 1999 a 2017, o CAN e a produção de EPS cresceram, respectivamente, a uma taxa anual de 4,0% e 4,8%. Na mesma base de comparação, as exportações cresceram a 6,3% a.a. e as importações a 3,2% a.a. Fonte: www.epsbrasil.eco.br

Segundo a ABIQUIM, em 2008, foram produzidos no Brasil cerca de 62,9 mil toneladas de EPS e aproximadamente 20 mil toneladas de XPS, totalizando cerca de 82,9 mil toneladas de isopor. Desse total, estima-se que retornaram ao processo produtivo com destino à reciclagem cerca de 7 mil toneladas, ou seja, apenas 8,4% de tudo o que foi produzido. Considerando que o HBCDD está presente em uma porcentagem de 0,3% a 0,7%, 249 a 580 toneladas desse produto estariam presentes no isopor, e que no máximo 49 toneladas foram para reciclagem.

2.3 Estimativas Gerais

Os resíduos de EPS representam apenas 0,1% do lixo. Estima-se uma quantidade de 15mil t/ano, o que corresponde a 70 caminhões/dia. A reciclagem do EPS não deve ser um problema para o cliente, prefeituras e para as demais entidades. A reciclagem do EPS deve



ser encarada com responsabilidade da Associação Brasileira de Poliestireno Expandido (ABRAPEX) e seus associados. A ABRAPEX, através dos seus associados, tem a solução para a reciclagem do EPS no Brasil e possui as condições necessárias sanar todos os problemas relativos a essa questão. Quando questionado sobre a reciclagem do EPS, o associado deve adotar postura proativa, mostrando que sua empresa e/ou associação da qual faz parte, vão solucionar no menos espaço de tempo uma situação.

O EPS é 100% reciclável e reaproveitável. O EPS não destrói a camada de ozônio, pois não utiliza clorofluorcarbonos (CFCs – *chlorofluorocarbons*) e hidroclorofluorcarbonos (HCFCs – *hydrochlorofluorocarbons*). O EPS não contamina solo, ar ou água. Fungos e bactérias não atacam o EPS. A moldagem do EPS consome pouca energia e não gera resíduos. O EPS não contamina alimentos e atende a todas legislações internacionais de saúde.

Ainda de acordo com a informação da ABRAPEX, o EPS também é reciclado no Brasil. Estima-se que, do total produzido, cerca de 7 mil toneladas/ano são recicladas. Mais de 80% desse montante foram coletados pelos recicladores associados ao Instituto Sócio ambiental dos Plásticos (ABRAPEX, 2008).

Placas de isolamento constituem a maior parte dos resíduos de HBCDD. Resíduos de HBCDD apresentam um desafio específico para o gerenciamento de resíduos devido a sua vida útil longa. Por exemplo, a vida útil de isolamentos de espuma de poliestireno 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 HBCDD e sua presença em construções e outras estruturas vêm aumentando desde os anos de 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 HBCDD sejam remodelados ou demolidos (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2).

3 PLANO DE AÇÃO



Faz-se necessário um maior rigor na fiscalização para o controle de EPS importados da China. Devido a um relato, acredita-se que o mercado brasileiro receba cerca de 30% de EPS importado sem este controle específico para o uso do HBCDD como aditivo retardante de chamas. Desta forma, trata-se de uma concorrência prejudicial para os produtos fabricados internamente que seguem com rigor a Convenção de Estocolmo.

Faz-se necessário realizar uma nova abordagem a fim de obter um maior número de resposta junto a setores privado e ambiental que utilizam ou utilizavam o HBCDD, já que até o presente momento o percentual de resposta foi menor que 0,1%.

A Styporek EPS do Brasil LTDA está utilizando o produto chamado Emerald para substituir o HBCDD. Faz-se necessário uma nova consulta juntamente a essa empresa para saber mais sobre esse produto e com é o seu uso no EPS, que de acordo com a empresa, é utilizado em lajes, forros, paredes, etc. Outra questão que deve ser levantada nessa nova consulta é saber como era realizado o gerenciamento de resíduos do HBCDD e de EPS e XPS que continham essa substância.

4 REFERÊNCIAS

Beach, Mark W; Beaudoin, Daniel A; Beulich, Inken; Bloom, J Chris; Davis, John W et al. (2013). New Class Of Brominated Polymeric Flame Retardants for use in Polystyrene Foams. Cellular Polymers 32.4: 229-236.

Blomqvist P, McNamee Simonson M and Thureson P. (2010). Compilation of International Building Regulations (Fire) Relevant for EPS/XPS. SP Technical Note 2010:10. SP Technical Research Institute of Sweden, Borås.

Hong et al. 2013. Expanded polystyrene (eps) buoy as a possible source of hexabromocyclododecanes (hbcds) in the marine environment. Organohalogen Compounds Vol. 75, 882-885 (2013).

ECHA, 2009. European Chemicals Agency. Data on Manufacture, Import, Export Uses and Releases of HBCDD as well as Information on Potential Alternatives to Its Use. December 1, 2009.



- http://echa.europa.eu/doc/consultations/recommendations/tech_reports/tech_rep_hbcd.pdf
- Environment Canada. (2010). Risk Management Scope for Cyclododecane,1,2,5,6,9,10 – hexabromo- (Hexabromocyclododecane; HBCD). Environment Canada. Health Canada. August 2010. 12 p.
- European Commission. (2008). Risk Assessment: Hexabromocyclododecane CAS-No.: 25637-99-4 EINECS No.: 247-148-4, Final Report May 2008. Luxembourg.
- Kajiwara N, Sueoka M, Ohiwa T, Takigami H. (2009). Determination of flame-retardant hexabromocyclododecane diastereomers in textiles. *Chemosphere* 74, 1485-1489.
- Klif (Climate and Pollution Agency, Norway). New organic pollutants in air, 2007. Brominated flame retardants and polyfluorinated substances. SPFO-report 1077/2010, TA-2689/2010. Conducted by the Norwegian Institute for Air Research (NILU). Authors: Manø S, Herzke D, Schlabach M. 2010. 64 pp.
<http://www.klif.no/no/Tema/Miljoovervakning/Statlig-miljoovervakning/Kartlegging-av-nyemiljogifter/Rapporter/Nye-miljogifter-i-luft-2007/>.
- Maag J, Brandt UK, Mikkelsen SH, Lassen C. (2010). Inclusion of HBCDD, DEHP, BBP, DBP and additive use of TBBPA in annex IV of the Commission’s recast proposal of the RoHS Directive. Danish Environmental Protection.
- Miyake Y, Managaki S, Yokoyama Y, Nakai S, Kataoka T, Nagasawa E, Shimojima M, Masunaga S, Hondo H, Kobayashi t, Kameya T, Kimura A, Nakarai T, Oka Y, Otani H, Miyake A. (2009). Emission rate of Hexabromocyclododecane (HBCD) from the surface of a flame retarded curtain in Japan. *Organohalogen Compounds* 71, 760-763.
- MMA. Inventário Nacional Preliminar de Novos Poluentes Orgânicos Persistentes (Novos POPs) de Uso Industrial. Novembro 2013.
- Posner S, Roos S, Olsson E. (2010). Exploration of management options for HBCDD. Swerea Report 10/11.
http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/TaskForce/popsxg/2010/Updated%20documetns_June2010/Exploration%20of%20management%20options%20for%20HBCD.pdf



- Rani M et al. 2014. Hexabromocyclododecane in polystyrene based consumer products: an evidence of unregulated use. *Chemosphere*. 110:111-119.
- Swerea. Exploration of management options for HBCDD. Report. Authors: Posner S, Roos S, Olsson E. 2010. 84 pp.
- Torres JPM, Leite C, Krauss T, Weber R (2013) Landfill mining from a deposit of the chlorine/ organochlorine industry as source of dioxin contamination of animal feed and assessment of the responsible processes. *EnvSciPollut Res*. 20, 1958-1965
- UNEP. The 9 new POPs: An introduction to the nine chemicals added to the Stockholm Convention by the Conference of the Parties at its fourth meeting, Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. 2010a.
- UNEP. Risk management evaluation on hexabromocyclododecane. [Unep/Pops/POPRC.7/19/Add.1,2011.](http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC6/POPRC6ReportandDecisions/tabid/1312/Default.aspx)
- UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2 Risk profile on hexabromocyclododecane. <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC6/POPRC6ReportandDecisions/tabid/1312/Default.aspx>
- UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1 Hexabromocyclododecane Risk Management Evaluation. <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/POPRCMeetings/POPRC7/POPRC7ReportandDecisions/tabid/2472/Default.aspx>
- UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3 Addendum to the risk management evaluation on hexabromocyclododecane. <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/LatestMeeting/POPRC8/POPRC8ReportandDecisions/tabid/2950/Default.aspx>
- UNEP (2010c) Supporting Document for Technical review of the implications of recycling commercial penta and octabromodiphenyl ethers. (UNEP/POPS/POPRC.6/INF/6).
- UNEP. Guidance on the global monitoring plan for persistent organic pollutants. 2013.
- UNEP. (2015a). Guidance for the inventory, identification and substitution of Hexabromocyclododecane (HBCD). Draft, April 2015. Secretariat of the Stockholm Convention. <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/tabid/2882/Default.aspx>
- UNEP. (2015c). General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants. Secretariat of the Basel Convention.



UNEP/CHW.12/5/Add.2/Rev.1.<http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/TechnicalGuidelines/tabid/5052/Default.aspx>

UNEP. (2015d). Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromocyclododecane. Secretariat of the Basel Convention

UNEP. 2017. Esboço para documento de orientação sobre melhores técnicas disponíveis e melhores práticas ambientais para a produção e utilização de hexabromociclododecano listado com isenções específicas sob a Convenção de Estocolmo. Janeiro, 2017.

Weber R (2017) Learning from Dioxin & PCBs in meat – problems ahead? IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 85 012002. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/85/1/012002/pdf>

Weber R, Herold C, Hollert H, Kamphues J, Blepp M, Ballschmiter K (2018) Reviewing the relevance of dioxin and PCB sources for food from animal origin and the need for their inventory, control and management. Environ Sci Eur. 30:42. <https://rdcu.be/bax79>



ANEXO

Tabelas de Balanço Comercial

Tabela A1: Valores de importação e exportação de hexabromociclododecano (HBCDD – *hexabromocyclododecane*) em quilograma líquido, no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2019. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>) para os três códigos de Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) apontados pela Receita Federal como possíveis de haver HBCDD incluso.

Ano	NCM 290305990		NCM 29038990		NCM 29038900	
	Importação	Exportação	Importação	Exportação	Importação	Exportação
1997	39010	6124	-	-	-	-
1998	66986	-	-	-	-	-
1999	43301	-	-	-	-	-
2000	61264	-	-	-	-	-
2001	79296	-	-	-	-	-
2002	67200	-	-	-	-	-
2003	81964	-	-	-	-	-
2004	84185	2400	-	-	-	-
2005	73121	10	-	-	-	-
2006	74265	-	-	-	-	-
2007	107628	3025	-	-	-	-
2008	97115	462	-	-	-	-
2009	142115	47	-	-	-	-
2010	136481	5000	-	-	-	-
2011	112163	-	-	-	-	-
2012	-	-	90000	-	-	-
2013	-	-	151000	-	-	-
2014	-	-	96006	-	-	-
2015	-	-	77000	-	-	-
2016	-	-	205860	-	-	-
2017	-	-	-	-	149650	-
2018	-	-	-	-	220755	-
2019	-	-	-	-	1	-
Total:	1266094	17068	619866	-	370406	-



NCM 290305990; NCM 29038990; NCM 29038900 - derivados halogenados dos hidrocarbonetos ciclânicos, ciclênicos ou cicloterpênicos

Tabela A2: Valores de importação (Imp) e exportação (Exp) de hexabromociclododecano (HBCDD – *hexabromocyclododecane*) em quilograma líquido, no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2019 de diferentes países. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>) para os três códigos de Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) apontados pela Receita Federal como possíveis de haver HBCD incluso.

Ano	Países	NCM 290305990		NCM 29038990		NCM 29038900	
		Imp	Exp	Imp	Exp	Imp	Exp
2019	Bélgica	-	-	-	-	1	-
2018	China	-	-	-	-	220000	-
2018	Reino Unido	-	-	-	-	755	-
2018	Alemanha	-	-	-	-	0	-
2017	China	-	-	-	-	84000	-
2017	Estados Unidos	-	-	-	-	65650	-
2016	China	-	-	103.820	-	-	-
2016	Estados Unidos	-	-	99.040	-	-	-
2016	Holanda	-	-	3.000	-	-	-
2016	França	-	-	0	-	-	-
2015	Estados Unidos	-	-	72.000	-	-	-
2015	China	-	-	5.000	-	-	-
2014	Estados Unidos	-	-	90.000	-	-	-
2014	China	-	-	6000	-	-	-
2014	Reino Unido	-	-	6	-	-	-
2013	Estados Unidos	-	-	144.000	-	-	-
2013	China	-	-	7.000	-	-	-
2012	Estados Unidos	-	-	90.000	-	-	-
2011	Reino Unido	661	-	-	-	-	-
2011	Estados Unidos	72001	-	-	-	-	-
2011	China	33497	-	-	-	-	-
2011	México	6000	-	-	-	-	-
2011	Israel	1	-	-	-	-	-
2011	Alemanha	3	-	-	-	-	-
2011	Rússia	0	-	-	-	-	-
2011	Espanha	0	-	-	-	-	-
2010	Itália	-	5000	-	-	-	-
2010	Reino Unido	635	-	-	-	-	-



2010	Estados Unidos	72846	-	-	-	-	-
2010	China	63000	-	-	-	-	-
2010	Espanha	0	-	-	-	-	-
2010	Alemanha	0	-	-	-	-	-
2010	Rússia	0	-	-	-	-	-
2009	Reino Unido	2113	47	-	-	-	-
2009	China	83000	-	-	-	-	-
2009	Estados Unidos	57000	-	-	-	-	-
2009	Israel	2	-	-	-	-	-
2009	Espanha	0	-	-	-	-	-
2009	Alemanha	0	-	-	-	-	-
2009	França	0	-	-	-	-	-
2008	Reino Unido	2639	462	-	-	-	-
2008	China	58475	-	-	-	-	-
2008	Estados Unidos	36000	-	-	-	-	-
2008	Espanha	0	-	-	-	-	-
2008	Rússia	0	-	-	-	-	-
2008	Alemanha	1	-	-	-	-	-
2007	Argentina	-	3000	-	-	-	-
2007	Reino Unido	1569	-	-	-	-	-
2007	China	76000	-	-	-	-	-
2007	Estados Unidos	30001	25	-	-	-	-
2007	Canadá	8	-	-	-	-	-
2007	Alemanha	50	-	-	-	-	-
2006	Reino Unido	9094	-	-	-	-	-
2006	Estados Unidos	47170	-	-	-	-	-
2006	China	18000	-	-	-	-	-
2006	França	1	-	-	-	-	-
2006	Alemanha	0	-	-	-	-	-
2005	Reino Unido	7114	10	-	-	-	-
2005	Estados Unidos	51994	-	-	-	-	-
2005	China	8000	-	-	-	-	-
2005	Israel	13	-	-	-	-	-
2005	Holanda	6000	-	-	-	-	-
2005	Cazaquistão	0	-	-	-	-	-



2004	Chile	-	2400	-	-	-	-
2004	Reino Unido	1435	-	-	-	-	-
2004	Estados Unidos	53145	-	-	-	-	-
2004	Holanda	15600	-	-	-	-	-
2004	China	14000	-	-	-	-	-
2004	Israel	5	-	-	-	-	-
2004	Alemanha	0	-	-	-	-	-
2004	Dinamarca	0	-	-	-	-	-
2003	Reino Unido	1844	-	-	-	-	-
2003	Estados Unidos	30013	-	-	-	-	-
2003	Holanda	38400	-	-	-	-	-
2003	África do Sul	6018	-	-	-	-	-
2003	Indonésia	4464	-	-	-	-	-
2003	Israel	1200	-	-	-	-	-
2003	França	25	-	-	-	-	-
2003	Alemanha	0	-	-	-	-	-
2002	Reino Unido	1811	-	-	-	-	-
2002	Estados Unidos	32144	-	-	-	-	-
2002	Holanda	21200	-	-	-	-	-
2002	Itália	12025	-	-	-	-	-
2002	Israel	20	-	-	-	-	-
2002	França	0	-	-	-	-	-
2001	Reino Unido	480	-	-	-	-	-
2001	Estados Unidos	46766	-	-	-	-	-
2001	Holanda	32000	-	-	-	-	-
2001	Israel	50	-	-	-	-	-
2001	Suíça	0	-	-	-	-	-
2001	Bélgica	0	-	-	-	-	-
2001	Alemanha	0	-	-	-	-	-
2000	Estados Unidos	53126	-	-	-	-	-
2000	Israel	70	-	-	-	-	-
2000	Espanha	8000	-	-	-	-	-
2000	Reino Unido	60	-	-	-	-	-
2000	Suíça	8	-	-	-	-	-
2000	Alemanha	0	-	-	-	-	-



1999	Estados Unidos	34199	-	-	-	-	-
1999	Holanda	9000	-	-	-	-	-
1999	Israel	24	-	-	-	-	-
1999	Reino Unido	65	-	-	-	-	-
1999	Suíça	9	-	-	-	-	-
1999	Itália	3	-	-	-	-	-
1999	Alemanha	1	-	-	-	-	-
1998	Estados Unidos	55585	-	-	-	-	-
1998	Suíça	24	-	-	-	-	-
1998	Holanda	10000	-	-	-	-	-
1998	Chile	1350	-	-	-	-	-
1998	Reino Unido	25	-	-	-	-	-
1998	Israel	2	-	-	-	-	-
1997	Alemanha	-	6124	-	-	-	-
1997	Suíça	35	-	-	-	-	-
1997	Estados Unidos	26645	-	-	-	-	-
1997	Holanda	12300	-	-	-	-	-
1997	França	5	-	-	-	-	-
1997	Itália	2	-	-	-	-	-
1997	Reino Unido	20	-	-	-	-	-
1997	Israel	3	-	-	-	-	-

NCM 290305990; NCM 29038990; NCM 29038900 - derivados halogenados dos hidrocarbonetos ciclânicos, ciclênicos ou cicloterpênicos



Tabela A3: Valores de importação e exportação de poliestireno expandido (EPS - *expanded polystyrene*) em quilograma líquido, no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2019. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>) para o código de Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) apontados pela Receita Federal de haver EPS.

NCM 39259010		
Ano	Importação	Exportação
2011	103710	5476
2012	102050	7752
2013	144316	22720
2014	963178	22033
2015	148448	61238
2016	248358	76463
2017	791368	58597
2018	787729	28418
2019	1008337	50028
Total:	4297494	332725

NCM 39259010 - Artefatos para apetrechamento de construções, de plásticos, de poliestireno expandido (EPS)



Tabela A4: Valores de importação e exportação de poliestireno expandido (EPS - *expanded polystyrene*) em quilograma líquido, no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2019 de diferentes países. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>) para o código de Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) apontados pela Receita Federal de haver EPS.

NCM 39259010			
Ano	Países	Importação	Exportação
2019	China	922058	-
2019	Hong Kong	47033	-
2019	Alemanha	17321	-
2019	Turquia	4088	-
2019	Espanha	10749	-
2019	México	34	-
2019	Itália	5751	-
2019	Áustria	135	-
2019	Polônia	6	-
2019	Portugal	486	-
2019	Reino Unido	59	-
2019	Estados Unidos	587	-
2019	Irlanda	20	-
2019	Bélgica	10	-
2019	Argentina	-	31495
2019	Paraguai	-	15516
2019	Uruguai	-	1437
2019	Bolívia	-	752
2019	Portugal	-	86
2019	Chile	-	59
2019	Estados Unidos	-	540
2019	Cingapura	-	2
2019	Congo	-	50
2019	França	-	84
2019	Peru	-	7
2018	China	650585	-
2018	Hong Kong	85121	-
2018	Alemanha	22595	-
2018	Turquia	6853	-
2018	Espanha	6288	-



2018	México	1	-
2018	Itália	7595	-
2018	Áustria	49	-
2018	Polônia	51	-
2018	Portugal	650	-
2018	Reino Unido	9	-
2018	Taiwan (Formosa)	7318	-
2018	Estados Unidos	21	-
2018	Irlanda	11	-
2018	Bélgica	1	-
2018	Tcheca, República	536	-
2018	França	37	-
2018	Canadá	6	-
2018	Vietnã	2	-
2018	Paraguai	-	21236
2018	Argentina	-	3370
2018	Bolívia	-	2038
2018	Uruguai	-	1729
2018	Panamá	-	45
2017	China	758353	-
2017	Alemanha	18554	-
2017	Turquia	2506	-
2017	Espanha	6202	-
2017	Itália	1937	-
2017	Polônia	264	-
2017	Portugal	1278	-
2017	Reino Unido	1	-
2017	Estados Unidos	182	-
2017	Suíça	9	-
2017	Tcheca, República	572	-
2017	França	2	-
2017	Países Baixos (Holanda)	1508	-
2017	Paraguai	-	55474
2017	Bolívia	-	2517
2017	Argentina	-	479



2017	Austrália	-	47
2017	Colômbia	-	20
2017	Portugal	-	55
2017	Estados Unidos	-	5
2016	China	207057	-
2016	Alemanha	23763	-
2016	Turquia	1175	-
2016	Espanha	3847	-
2016	México	1	-
2016	Itália	8703	-
2016	Polônia	62	-
2016	Portugal	182	-
2016	Índia	10	-
2016	Estados Unidos	28	-
2016	Tcheca, República	380	-
2016	França	110	-
2016	Países Baixos (Holanda)	3016	-
2016	Coreia do Sul	20	-
2016	Dinamarca	4	-
2016	Paraguai	-	54970
2016	Bolívia	-	19029
2016	Nigéria	-	2063
2016	Angola	-	387
2016	Peru	-	11
2016	Uruguai	-	2
2016	Chile	-	1
2015	China	85279	-
2015	Alemanha	25219	-
2015	Turquia	97	-
2015	Espanha	8642	-
2015	México	46	-
2015	Itália	19309	-
2015	Áustria	8	-
2015	Polônia	90	-
2015	Portugal	247	-



2015	Índia	104	-
2015	Estados Unidos	6	-
2015	Suíça	30	-
2015	Tcheca, República	1062	-
2015	França	17	-
2015	Países Baixos (Holanda)	8290	-
2015	Dinamarca	2	-
2015	Paraguai	-	51865
2015	Bolívia	-	7966
2015	Uruguai	-	570
2015	Venezuela	-	310
2015	Itália	-	505
2015	Angola	-	22
2014	China	732591	-
2014	Hong Kong	149996	-
2014	Alemanha	22534	-
2014	Turquia	1012	-
2014	Espanha	8507	-
2014	Itália	40227	-
2014	Áustria	63	-
2014	Polônia	426	-
2014	Índia	78	-
2014	Taiwan (Formosa)	2	-
2014	Estados Unidos	90	-
2014	Bélgica	1035	-
2014	Tcheca, República	496	-
2014	França	74	-
2014	Países Baixos (Holanda)	6032	-
2014	Japão	15	-
2014	Paraguai	-	20170
2014	Portugal	-	938
2014	Bolívia	-	842
2014	Angola	-	59
2014	Guiné Equatorial	-	22
2014	Espanha	-	1



2014	Filipinas	-	1
2013	China	54397	-
2013	Alemanha	17681	-
2013	Turquia	69	-
2013	Espanha	3797	-
2013	Itália	48942	-
2013	Polônia	108	-
2013	Portugal	2319	-
2013	Estados Unidos	33	-
2013	Bélgica	2166	-
2013	Canadá	11759	-
2013	Dinamarca	135	-
2013	Emirados Árabes Unidos	2910	-
2013	Paraguai	9198	-
2013	Bolívia	12750	-
2013	Uruguai	280	-
2013	Estados Unidos	386	-
2013	Venezuela	71	-
2013	Guiné Equatorial	32	-
2013	Argentina	3	-
2012	China	9063	-
2012	Hong Kong	4183	-
2012	Alemanha	5240	-
2012	Turquia	10	-
2012	Espanha	4687	-
2012	Itália	17834	-
2012	Polônia	29	-
2012	Portugal	4165	-
2012	Estados Unidos	1378	-
2012	Suíça	9	-
2012	Canadá	495	-
2012	Países Baixos (Holanda)	6	-
2012	Coreia do Sul	52843	-
2012	Emirados Árabes Unidos	1192	-
2012	Argentina	916	-



2012	Paraguai	-	6231
2012	Cabo Verde	-	719
2012	Uruguai	-	257
2012	República Dominicana	-	62
2012	Portugal	-	150
2012	Angola	-	69
2012	Bolívia	-	91
2012	Panamá	-	9
2012	Chile	-	164
2011	China	8862	-
2011	Hong Kong	0	-
2011	Alemanha	5731	-
2011	Turquia	622	-
2011	Espanha	300	-
2011	Itália	26590	-
2011	Áustria	24	-
2011	Estados Unidos	996	-
2011	Canadá	188	-
2011	Países Baixos (Holanda)	14	-
2011	Malásia	2	-
2011	Argentina	4518	-
2011	Panamá	32953	-
2011	República Dominicana	21740	-
2011	Chile	1170	-
2011	Paraguai	-	2468
2011	Chile	-	1117
2011	Angola	-	674
2011	Peru	-	223
2011	Portugal	-	949
2011	Uruguai	-	26
2011	Panamá	-	4
2011	Argentina	-	2
2011	Bolívia	-	10
2011	Suriname	-	3

NCM 39259010 - Artefatos para apetrechamento de construções, de plásticos, de poliestireno expandido (EPS)