



**Éteres difenílicos polibromados**  
**(PBDEs – *Polybrominated Diphenyl Ethers*; pentaBDE e octaBDE)**

**CONSULTOR:** Gabriel Oliveira de Carvalho

**Inventário preliminar dos éteres difenílicos polibromados (PBDEs – *Polybrominated Diphenyl Ethers*) 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 .....	1
1.1	PBDE como Poluente Orgânico Persistente .....	5
1.2	Produção .....	6
1.3	Aplicações .....	7
2	INVENTÁRIO DOS PBDEs NO BRASIL .....	8
2.1	Produção .....	9
2.2	Comércio .....	11
2.2.1	Comercialização nacional e internacional de PBDEs .....	11
3	PLANOS DE AÇÃO .....	14
4	REFERÊNCIAS .....	14
5	ANEXOS .....	18



## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Gráfico de importação e exportação dos NCMs: 2903.39.29 (Outros derivados bromados); 2903.99.29 (outros derivados halogenados, unicamente com bromo) e 2909.30.19 (outros éteres aromáticos), em tonelada líquida, no período entre 1997 e 2019. Fonte: ComexStat..... 13



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Quadro 1:</b> Possíveis nomenclaturas (químicas, genéricas e comerciais), fórmula química e estrutural e propriedades do grupo c-pentaBDE (éter tetrabromodifenílico e éter pentabromodifenílico) (PBDE – Polybrominated Diphenyl Ethers) e possíveis números do Serviço de Resumo Químico (CAS - Chemical Abstract Service).....	2
<b>Quadro 2:</b> Possíveis nomenclaturas (químicas, genéricas e comerciais), fórmula química e estrutural e propriedades do grupo c-octaBDE (éter hexabromodifenílico e éter heptabromodifenílico) (PBDE – Polybrominated Diphenyl Ethers) e possíveis números do Serviço de Resumo Químico (CAS - Chemical Abstract Service).....	3
<b>Quadro 3:</b> Compostos comerciais c-octaBDE e c-pentaBDE regulados pela Convenção de Estocolmo .....	6
<b>Quadro 4:</b> Estimativa da produção total de misturas comerciais de PBDE, 1970-2005.....	7
<b>Quadro 5:</b> principais usos dos produtos comerciais, grupos c-pentaBDE e c-octaBDE.....	7
<b>Tabela 1:</b> Lista de instituições potencialmente envolvidas em alguma etapa do ciclo de vida de éteres difenílicos polibromados consultadas pelo Ministério do Meio Ambiente: Número de ofícios enviados, número de empresas privadas, número de associações e número de respostas.....	10
<b>Tabela 2:</b> Valores de importação e exportação de NCMs genéricos que podem incluir os éteres difenílicos polibromados em quilograma líquido, no período de 1997 a 2019. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat ( <a href="http://comexstat.mdic.gov.br">http://comexstat.mdic.gov.br</a> ) para os três códigos de Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). .....	12

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABS (acrilonitrila butadieno estireno)

CAS (*Chemical Abstract Service* – Serviço de Resumo Químico)

c-decaBDE (éter decabromodifenílico comercial)

c-octaBDE (éter octabromodifenílico comercial)

c-pentaBDE (éter pentabromodifenílico comercial)

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

CONASQ (Comissão Nacional de Segurança Química)

DecaBDE (Éter decabromodifenílico)

DQAR (Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos)

EUA (Estados Unidos da América)

EU (*European Union* – *União Europeia*)

EEE (equipamentos eletroeletrônicos)

HS (*harmonized system code* – Sistema Harmonizado)

IARC (*International Agency for Research on Cancer* – Agência Internacional para Pesquisa em Câncer)

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)

IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry* – União Internacional de Química Pura e Aplicada)

LOECs (*Lowest Observed Effect Concentration*)

MDIC (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços)

ME (Ministério da Economia)

MI (Ministério da Infraestrutura)

MMA (Ministério do Meio Ambiente)

NBM (Nomenclatura Brasileira de Mercadorias)

NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul)

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

OctaBDE (Éter octabromodifenílico)

OMC (Organização Mundial do Comércio)



PBDE (Polybrominated Diphenyl Ethers - éteres difenílicos polibromados)

PCBs (*polychlorinated biphenyls* – bifenilas policloradas)

PentaBDE (Éter pentabromodifenílico)

POPs (Poluentes Orgânicos Persistentes)

PUF (espumas de poliuretano)

RoHS (*Restriction of Certain Hazardous Substances* - Restrição de Certas Substâncias Perigosas)



## 1 INTRODUÇÃO

Os éteres difenílicos polibromados (PBDE – Polybrominated Diphenyl Ethers<sup>1</sup>) pertencem a uma classe de compostos amplamente utilizados como retardantes de chamas em diversos materiais. Assim como outros poluentes orgânicos persistentes (POP), esses compostos são encontrados em diversos componentes bióticos ao redor do planeta, atingindo até áreas remotas (RAHMAN et al., 2001). As moléculas caracterizam-se por dois anéis aromáticos ligados por um átomo de oxigênio, além de 1 a 10 átomos de bromo substituindo os hidrogênios no anel aromático. De acordo com a quantidade de átomos de bromo e as posições ocupadas por eles, podem ser formados 209 congêneres (Quadros 1 e 2), que são distribuídos em 10 grupos homólogos que possuem o mesmo número de átomos de bromo. Estes grupos homólogos são identificados pelo prefixo mono-, di-, tri-, tetra-, penta-, hexa-, hepta-, octa-, nona- e -deca (AGENCY, 2010; ANNUNCIACÃO et al., 2018; RAHMAN et al., 2001).

Os PBDEs possuem ampla variedade de usos, decorrentes de suas características físico-químicas. As misturas comerciais são predominantemente compostas por pentaBDE, octaBDE e/ou decaBDE, podendo variar na composição de congêneres (LA GUARDIA; HALE; HARVEY, 2006; PESTANA; BORGES, 2008). O pentaBDE (éter tetrabromodifenílico e éter pentabromodifenílico) e o octaBDE (éter hexabromodifenílico e éter heptabromodifenílico) possuem 46 e 12 congêneres, respectivamente. Enquanto que, o decaBDE, por ter todos os hidrogênios substituídos por bromos no anel aromático, só apresenta um congêneres no grupo (ATSDR, 2017), mas pode conter níveis traços de outros congêneres dos grupos octa e nonaPBDEs (ex: octaBDE - 196, 197 e 203 / NonaBDE - 206, 207 e 208) (LA GUARDIA; HALE; HARVEY, 2006). Os principais usos dos PBDEs incluem indústrias de construção civil, eletroeletrônicos, móveis, têxtil e carpetes, transportes e centros de reciclagem.

O produto comercial pentaBDE é uma mistura de PBDEs que possui uma maior concentração dos congêneres BDE-47 (CAS: 5436-43-1), BDE-99 (CAS: 60348-60-9 ou

---

<sup>1</sup> A fim de padronizar e facilitar futuras buscas de informação a respeito dos éteres difenílicos polibromados, as siglas em PBDE (*Polybrominated Diphenyl Ether*), pentaBDE (*Pentabromodiphenyl ether*) e octaBDE (*Octabromodiphenyl ether*) foram adotadas ao longo do texto. Sendo PBDEs referentes aos éteres difenílicos polibromados; pentaBDE referente aos éteres tetrabromodifenílicos e éteres pentabromodifenílicos; e o octaBDE referente aos éteres hexabromodifenílicos e éteres heptabromodifenílicos.



32534-81-9) e BDE-100 (CAS: 189084-64-8) (ANNUNCIACÃO et al., 2018), além de outros (BDEs-85,-153,-154,183,-17,-28) (Quadro 1).

**Quadro 1:** Possíveis nomenclaturas (químicas, genéricas e comerciais), fórmula química e estrutural e propriedades do grupo c-pentaBDE (éter tetrabromodifenílico e éter pentabromodifenílico) (PBDE – Polybrominated Diphenyl Ethers) e possíveis números do Serviço de Resumo Químico (CAS - Chemical Abstract Service).

<b>Nome comum (abreviação em inglês)</b>	c-pentaBDE (éter tetrabromodifenílico e éter pentabromodifenílico)								
<b>Nomenclatura IUPAC</b>	–								
<b>Exemplo da estrutura molecular</b> de um éter pentabromodifenílico (BDE-99). <b>Fonte:</b> ATSDR, 2017									
<b>Fórmula molecular</b>	$C_{12}H_xBr_yO$ , $x + y = 10$ , onde $x$ e $y$ variam de acordo com a quantidade de bromo.								
<b>Solubilidade em água</b> (EU, 2001)	13.3 $\mu\text{g/L}$								
<b>Ponto de fusão</b> (EU, 2001)	-7 to -3°C								
<b>Sinônimos</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Produto</th> <th>Sinônimos químicos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BDE- 47</td> <td>2,4-dibromo-1-(2,4-dibromophenoxy)benzene ; 2,2',4,4'-brominated diphenyl ether ; 2,2',4,4'-tetrabromobiphenyl ether ; 2,2',4,4'-tetrabromodiphenyl ether ; 2,2,4,4-tetrabromodiphenyl ether ; BDE-47 ; PBDE-47 ; TBDP-ether ; tetrabrominated diphenyl ether 47</td> </tr> <tr> <td>BDE-99</td> <td>1,2,4-tribromo-5-(2,4-dibromophenoxy)benzene ; 2,2',3,4,4'-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',5-pentaBDE ; 2,2',4,4',5-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',6-pentabromodiphenyl ether ; DE 71 ; DE-71 ; PBDE ; PBDE 100 ; PBDE 85 ; PBDE 99 ; pentabromodiphenyl ether ; pentabromodiphenyl ether (mixed isomers)</td> </tr> <tr> <td>BDE-99</td> <td>1,2,4-tribromo-5-(2,4-dibromophenoxy)benzene ; 2,2',3,4,4'-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',5-pentaBDE ; 2,2',4,4',5-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',6-pentabromodiphenyl ether ; DE 71 ; DE-71 ; PBDE ; PBDE 100 ; PBDE 85 ; PBDE 99 ; pentabromodiphenyl ether ; pentabromodiphenyl ether (mixed isomers)</td> </tr> </tbody> </table>	Produto	Sinônimos químicos	BDE- 47	2,4-dibromo-1-(2,4-dibromophenoxy)benzene ; 2,2',4,4'-brominated diphenyl ether ; 2,2',4,4'-tetrabromobiphenyl ether ; 2,2',4,4'-tetrabromodiphenyl ether ; 2,2,4,4-tetrabromodiphenyl ether ; BDE-47 ; PBDE-47 ; TBDP-ether ; tetrabrominated diphenyl ether 47	BDE-99	1,2,4-tribromo-5-(2,4-dibromophenoxy)benzene ; 2,2',3,4,4'-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',5-pentaBDE ; 2,2',4,4',5-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',6-pentabromodiphenyl ether ; DE 71 ; DE-71 ; PBDE ; PBDE 100 ; PBDE 85 ; PBDE 99 ; pentabromodiphenyl ether ; pentabromodiphenyl ether (mixed isomers)	BDE-99	1,2,4-tribromo-5-(2,4-dibromophenoxy)benzene ; 2,2',3,4,4'-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',5-pentaBDE ; 2,2',4,4',5-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',6-pentabromodiphenyl ether ; DE 71 ; DE-71 ; PBDE ; PBDE 100 ; PBDE 85 ; PBDE 99 ; pentabromodiphenyl ether ; pentabromodiphenyl ether (mixed isomers)
Produto	Sinônimos químicos								
BDE- 47	2,4-dibromo-1-(2,4-dibromophenoxy)benzene ; 2,2',4,4'-brominated diphenyl ether ; 2,2',4,4'-tetrabromobiphenyl ether ; 2,2',4,4'-tetrabromodiphenyl ether ; 2,2,4,4-tetrabromodiphenyl ether ; BDE-47 ; PBDE-47 ; TBDP-ether ; tetrabrominated diphenyl ether 47								
BDE-99	1,2,4-tribromo-5-(2,4-dibromophenoxy)benzene ; 2,2',3,4,4'-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',5-pentaBDE ; 2,2',4,4',5-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',6-pentabromodiphenyl ether ; DE 71 ; DE-71 ; PBDE ; PBDE 100 ; PBDE 85 ; PBDE 99 ; pentabromodiphenyl ether ; pentabromodiphenyl ether (mixed isomers)								
BDE-99	1,2,4-tribromo-5-(2,4-dibromophenoxy)benzene ; 2,2',3,4,4'-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',5-pentaBDE ; 2,2',4,4',5-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',6-pentabromodiphenyl ether ; DE 71 ; DE-71 ; PBDE ; PBDE 100 ; PBDE 85 ; PBDE 99 ; pentabromodiphenyl ether ; pentabromodiphenyl ether (mixed isomers)								





	<p>1,2,4-tribromo-5-(2,4,5-tribromophenoxy)benzene; 2,2',3,4,4'-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',5-pentaBDE ; 2,2',4,4',5-pentabromodiphenyl ether ; 2,2',4,4',6-pentabromodiphenyl ether ; DE 71 ; DE-71 ; PBDE ; PBDE 100 ; PBDE 85 ; PBDE 99 ; pentabromodiphenyl ether ; pentabromodiphenyl ether (mixed isomers)</p>
<b>Números de CAS</b> ( <i>chemical abstract service</i> ) dos principais congêneres presentes na mistura comercial c-pentaBDE	<p>5436-43-1 (BDE- 47) 60348-60-9 (BDE-99) 32534-81-9 (BDE-99) 189084-64-8 (BDE-100)</p>
<b>Nomes comerciais genéricos</b>	Quadro A1 (anexo)

(Nomenclatura IUPAC não constam na tabela pois as misturas comerciais contém diferentes congêneres e grupos de BDE em proporções variadas. Adicionalmente, solubilidade em água e ponto de fusão podem variar de acordo com a mistura comercial analisada)

O produto comercial octaBDE é uma mistura de diversos congêneres, dentre estes: BDE-183, BDE-197, BDE-203, BDE-196, BDE-206, BDE-207, BDE-153, BDE-154, BDE-180, BDE171, BDE209 (Quadro 2).

**Quadro 2:** Possíveis nomenclaturas (químicas, genéricas e comerciais), fórmula química e estrutural e propriedades do grupo c-octaBDE (éter hexabromodifenílico e éter heptabromodifenílico) (PBDE – Polychlorinated Diphenyl Ethers) e possíveis números do Serviço de Resumo Químico (CAS - Chemical Abstract Service).

<b>Nome comum</b> (abreviação em inglês)	c-octaBDE (éter hexabromodifenílico e éter heptabromodifenílico)
<b>Nomenclatura IUPAC</b>	–
<b>Exemplo da estrutura molecular</b> de um do éter hexabromodifenílico (BDE-153). <b>Fonte:</b> ATSDR, 2017	
<b>Fórmula molecular</b>	$C_{12}H_xBr_yO$ , $x + y = 10$ , onde $x$ e $y$ variam de acordo com a quantidade de bromo.
<b>Solubilidade em água</b> (EU, 2003)	<1 ug/L à 25°C
<b>Ponto de fluidez</b> (EU, 2003)	85–89°C



Sinônimos	Produto Sinônimos químicos
	BDE-153 2,2',4,4',5,5'-brominated diphenyl ether; BDE-153; hexabrominated diphenyl ether 153
	BDE-183 1,2,3,5-tetrabromo-4-(2,4,5-tribromophenoxy)benzene; 2,2',3,4,4',5',6-HeptaBDE; 2,2',3,4,4',5',6-heptabromodiphenyl ether; BDE 183 ; BDE-183
	BDE-196 1,2,3,4-tetrabromo-5-(2,3,4,6-tetrabromophenoxy)benzene; 2,2',3,3',4,4',5,6'-octabromodiphenyl ether
	BDE-197 1,2,3,5-tetrabromo-4-(2,3,4,6-tetrabromophenoxy)benzene; 2,2',3,3',4,4',6,6'-octabromodiphenyl ether; BDE 197; BDE-197; BDE197
	BDE-203 1,2,3,4,5-pentabromo-6-(2,4,5-tribromophenoxy)benzene; 2,2',3,4,4',5,5',6-octabromodiphenyl ether ; BDE-203 ; BDE 203
	BDE-206 1,2,3,4,5-pentabromo-6-(2,3,4,5-tetrabromophenoxy)benzene; 2,2',3,3',4,4',5,5',6-nonabromodiphenyl ether; BDE 206 ; BDE-206; BDE206
	BDE-206 1,2,3,4,5-pentabromo-6-(2,3,4,5-tetrabromophenoxy)benzene; 2,2',3,3',4,4',5,5',6-nonabromodiphenyl ether; BDE 206; BDE-206; BDE207
	BDE-207 1,2,3,4,5-pentabromo-6-(2,3,4,6-tetrabromophenoxy)benzene; 2,2',3,3',4,4',5,6,6'-nonabromodiphenyl ether; BDE 207; BDE-207; BDE207
<b>Números de CAS</b> ( <i>chemical abstract service</i> ) dos principais congêneres presentes na mistura comercial c-octaBDE	68631-49-2 (BDE-153) 207122-16-5 (BDE-183) 446255-39-6 (BDE-196) 117964-21-3 (BDE-197) 337513-72-1 (BDE-203) 63936-56-1 (BDE-206) 63387-28-0 (BDE-206) 437701-79-6 (BDE-207)
<b>Nomes comerciais genéricos</b>	Quadro A2 (anexo)

(Nomenclatura IUPAC não constam na tabela pois as misturas comerciais contêm diferentes congêneres e grupos de BDE em proporções variadas. Adicionalmente, solubilidade em água e ponto de fusão podem variar de acordo com a mistura comercial analisada)



## 1.1 PBDE como Poluente Orgânico Persistente

PBDEs são conhecidos pela sua persistência no ambiente, capacidade bioacumulativa e por possuir um alto potencial para o transporte atmosférico de longa distância. As emissões de misturas comerciais podem ocorrer ao longo de todo o ciclo de vida dos PBDEs, com ênfase na produção, no uso e no gerenciamento de resíduos, como por exemplo aterros e incineração (REDFERN et al., 2017). Os PBDEs são encontrados em diversos ecossistemas, ocorrendo inclusive no Ártico, o que é uma prova do seu potencial para o transporte ambiental de longo alcance. Esses compostos já foram encontrados em diversos compartimentos ambientais da região, assim como: ar, sedimento, neve, gelo e biota (ATSDR, 2017; REDFERN et al., 2017).

Após a emissão, PBDEs são preferencialmente adsorvidos na matéria orgânica de partículas em suspensão (ar ou água), lodo de esgoto, sedimentos e solo. A principal via de mobilização do PBDE é a atmosférica, aderidas ao material particulado, sendo suscetível à deposição úmida e seca (ATSDR 2017). Também contribuem para entrada desses compostos no ambiente a descarga provenientes de atividades industriais em corpos hídricos, despejo em aterros sanitários e reciclagem de produtos como eletroeletrônicos e outros artigos contendo PBDEs (UNEP, 2010). Os solos e sedimentos podem ser considerados compartimentos ambientais de deposição importantes após a liberação dos compostos no ambiente.

A maior parte dos estudos sobre a toxicidade de compostos BDE foram realizados em animais, demonstrando toxicidade via oral e inalatória aos compostos pentaBDE e octaBDE (ELJARRAT; BARCELÓ; ALAEE, 2011). Estes estudos identificaram, em sua maior parte, efeitos no fígado e tireoide em indivíduos adultos, contudo, quando realizados em estágios de desenvolvimento iniciais resultaram em danos ao sistema neurológico e reprodutivo. Estudos com humanos, apesar de menos frequentes, sugerem uma associação entre exposição ao PBDE e alterações no neurodesenvolvimento (ATSDR, 2017). A Agência Internacional para Pesquisa do Câncer (IARC), classificou PBDE como uma substância do grupo 3 (não classificável como carcinogênica em humanos) (IARC, 2016).

Levando em conta as propriedades físico-químicas e as características toxicológicas, as misturas comerciais c-pentaBDE e c-octaBDE foram listadas em 2009 no anexo A da convenção de Estocolmo, que estabelece a eliminação do uso e produção para estas substâncias.



Contudo, países podem permitir a reciclagem de artigos que contêm ou possam conter PBDEs, assim como o uso e a disposição final de artigos manufaturados de materiais reciclados que contêm ou possam conter PBDEs, com um prazo limite até o ano 2030 (**Quadro 3**).

**Quadro 3:** Compostos comerciais c-octaBDE e c-pentaBDE regulados pela Convenção de Estocolmo

Composto	Anexo	Usos aceitáveis	Documento
Éter hexabromodifenílico e éter heptabromodifenílico (c-octaBDE)	A*	Produção: Nenhuma Uso: Alguns produtos contendo essa mistura comercial ainda podem ser utilizados e alguns reciclados	<a href="#">SC-4/14</a>
Éter tetrabromodifenílico e éter pentabromodifenílico (c-Penta BDE)	A*	Produção: Nenhuma Uso: Alguns produtos contendo essa mistura comercial ainda podem ser utilizados e alguns reciclados	<a href="#">SC-4/18</a>

Fonte: <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/TheNewPOPs/tabid/2511/Default.aspx>

\* Para as substâncias listadas no Anexo A os signatários devem tomar medidas para eliminação da produção e do uso. A convenção permite o registro de exceções específicas para um determinado período de tempo.

## 1.2 Produção

Os PBDEs começaram a ser produzidos comercialmente na década de 1970 como retardantes de chama (IPCS, 1994). As principais misturas comerciais foram penta-, octa- e decaBDE. A produção de c-pentaBDE ocorreu em Israel, Japão, Estados Unidos da América (USA) e União Europeia (EU) e provavelmente China (UNEP, 2010a, 2010b). Contudo, desde o final da década de 1990 a produção ocorreu principalmente nos EUA até cessar em 2004. Já o c-octaBDE foi produzido na EUA, França, Holanda, Israel, Japão e Reino Unido, com a produção mundial cessando em 2004 (UNEP, 2007, 2008). Em 2001, as formulações deca, penta e octa-PBDE foram responsáveis 83,3%, 11,1% e 5,6% da demanda mundial desses produtos, respectivamente. Posteriormente, os produtos passaram a sofrer proibições e restrições devido aos seus efeitos deletérios a saúde humana e ao meio ambiente. Após as restrições e banimentos do c-pentaBDE e c-octaBDE em diferentes países, a produção e o consumo de c-decaBDE aumentaram, sendo a produção do c-decaBDE estimada em mais de 1,1 milhões de toneladas entre 1970 e 2005 (Quadro 4).



**Quadro 4:** Estimativa da produção total de misturas comerciais de PBDE, 1970-2005

Mistura comercial	Toneladas
c-pentaBDE	91.000 a 105.000
c-octaBDE	102.700 a 118.500
c-decaBDE	1.100.000 a 1.250.000

(Adaptado de UNEP, 2010a, baseado em dados de Schenker et al., 2008 and Li, 2010)

### 1.3 Aplicações

Os PBDEs foram amplamente utilizados como aditivos misturados aos materiais com a função de retardantes de chamas, em virtude de seu baixo custo e elevada eficiência (ANNUNCIACÃO et al., 2018). A EU anunciou proibições para formulações contendo penta- e octa-BDE no verão de 2004 (LA GUARDIA; HALE; HARVEY, 2006). Assim como a partir de 2006, a EU banuiu o uso desses compostos em aplicações elétricas e eletrônicas através da diretiva 2002/95/EC. Apesar dessa proibição, as substâncias associadas a esses produtos ainda podem ser encontradas no meio ambiente e em seres humanos devido a sua presença em produtos em uso, assim como em produtos reciclados. Desta maneira no quadro 4 estão relatadas as principais utilizações históricas dos grupos c-penta e c-octaBDE.

**Quadro 5:** principais usos dos produtos comerciais, grupos c-pentaBDE e c-octaBDE

Grupos e principais congêneres	Uso
c-pentaBDE (Mistura)	Cerca de 90% a 95% da utilização de c-pentaBDE foi para o tratamento de espumas de poliuretano (PUR), principalmente em aplicações automotivas e em estofados. Outros usos como retardante de chamas incluem: Setor têxtil; Placas eletrônicas; Espuma de insulação; Fios e Cabos; Correias; Óleo de perfuração
c-octaBDE (Mistura)	A maior parte da aplicação do c-octaBDE foi no setor de eletrônicos, e também, em menor parte, no setor de transportes. Entre seus usos, incluem: Retardante de Chamas: Acrilonitrila butadieno estireno (ABS); Máquinas copiadoras; Impressoras; Poliestireno de alto impacto (HIPS); polybutylene terephthalate (PBT); Poliamida (PA) polímeros; Eletroeletrônicos; Transportes

As espumas de poliuretano (PUR), extensivamente tratadas com c-pentaBDE, foram majoritariamente utilizadas nas indústrias automotivas, além de estofados para mobiliário e



colchões. Aproximadamente, estima-se um uso de 36% no setor de transporte, 60% no setor de móveis e 4% em outros produtos para o c-pentaBDE (UNEP, 2010b). Os produtos de PUF continham aproximadamente 2-5% de mistura de retardantes de chamas, e esse uso foi maior nos países com normas exigindo a aplicação de retardantes de chamas em certos produtos, como Estados Unidos e Reino Unido.

Já em relação ao c-pentaBDE, o maior uso foi no setor de eletroeletrônicos, especialmente aplicado em polímeros de acrilonitrila butadieno estireno (ABS) usados para construção de em gabinetes de computadores e outros equipamentos como copiadoras, impressoras e monitores. As concentrações aproximadas das aplicações eram em torno de 12 a 18% de peso do produto final (UNEP, 2015).

## **2 INVENTÁRIO DOS PBDEs NO BRASIL**

O tratado da Convenção de Estocolmo, do qual o Brasil é signatário, já proíbe a produção e uso de c-pentaBDE e c-octaBDE desde a quarta reunião da Conferência das Partes sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, realizada de 4 a 8 de maio de 2009. Casos os signatários apliquem, podem solicitar exceção para relacionado a essas substâncias, como é o caso do Brasil, onde “alguns produtos contendo essa mistura comercial ainda podem ser utilizados e alguns reciclados” até 2030.

Na União Europeia há a Diretiva 2002/95/EU desde 2003 (com atualizações em 2011 e 2015), conhecida como RoHS (Restrictions of the use of Certain Hazardous Substances), que limita dentre outras substâncias e elementos o uso de PBDEs em equipamentos eletroeletrônicos (EEE). No Brasil, ainda não há normas específicas restringindo o uso dessas substâncias em processos de fabricação em equipamentos eletroeletrônicos. Entretanto, a instrução normativa nº1, de 19 de janeiro de 2010 (BRASIL, 2010), que dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens pela Administração Pública Federal, determina em seu artigo 5º:

*IV. que os bens não contenham substâncias perigosas em concentração acima da recomendada na diretiva RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances),*



*tais como mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cromo hexavalente (Cr(VI)), cádmio (Cd), bifenil-polibromados (PBBs), éteres difenil-polibromados (PBDEs).*

O Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos (DQAR) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) está elaborando uma proposta desde 2018 em relação ao controle de substâncias notadamente perigosas em equipamentos eletroeletrônicos (EEE) - Grupo de Trabalho RoHS Brasileira. CONASQ: <https://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/gestao-das-substancias-quimicas/rohs-brasileira>

Em um estudo realizado com empresas no Brasil, identificou-se que empresas estrangeiras adotaram a RoHS para comercialização na Europa e, expandindo para todos os produtos, independente do mercado de atuação. Já as empresas nacionais, adotaram a diretiva para participação em licitações de compras sustentáveis do governo (BRESCANSIN et al., 2015). Apesar das restrições quanto ao uso dos compostos, não há impedimento para que as mercadorias anteriores à proibição continuem a serem utilizadas e recicladas, e isto pode contribuir para a liberação destes contaminantes no meio ambiente.

## **2.1 Produção**

Apesar de mais de 643 empresas (com possível uso de PBDEs em alguma etapa de sua produção) terem sido contatadas, não houve nenhum retorno (negativo ou positivo) sobre uso pretérito ou atual de misturas comerciais contendo penta ou octaBDE. Além disso, vinte e seis federações de indústrias, trinta e oito secretarias ambientais e 234 representantes do CONASQ foram contatadas. Mesmo assim, não obtivemos informações. Na última versão do NIP (MMA, 2015), as respostas também foram aquém do esperado (71 respostas recebidas; somente uma positiva para o uso de PBDE de uma empresa ligada ao setor de alimentos e bebidas) e indicaram que:

*As instituições não utilizaram artigos contendo c-penta-BDE e octa-BDE... Algumas respostas indicam ainda que esses POPs podem ter sido utilizados no passado...*



**Tabela 1:** Lista de instituições potencialmente envolvidas em alguma etapa do ciclo de vida de éteres difenílicos polibromados consultadas pelo Ministério do Meio Ambiente: Número de ofícios enviados, número de empresas privadas, número de associações e número de respostas.

Setor	Instituições	Envio de ofício	Empresas	Associações	Resposta positiva	Resposta negativa	Percentual de Resposta
Adesivo & Selante	84	75	75	-	5	1	8%
Aditivo	9	7	7	-	-	-	0%
Borracha	4	4	4	-	-	-	0%
Combate a incêndio	2	2	-	2	-	-	0%
Construção civil	29	27	27	-	-	-	0%
Eletroeletrônicos	383	274	269	5	8	1	3,3%
Plástico	1	1	-	1	-	-	0%
Polímero	3	3	3	-	-	-	0%
Química	6	3	1	2	-	1	33%
Reciclagem	11	11	1	10	-	-	0%
Tinta e revestimento	2	2	2	-	-	-	0%
Transformador	2	2	2	-	-	-	0%
Transporte	108	95	91	4	2	-	2,1%
<b>Total</b>	<b>644</b>	<b>506</b>	<b>482</b>	<b>24</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>3,5%</b>

Dados não publicados da IPEN (International POPs Elimination Network) e Arnika (Toxisphera, 2019) demonstraram que produtos de consumo fabricados com plástico reciclado coletados no mercado brasileiro contém, dentre outros compostos, retardantes de chama que estariam migrando para os produtos reciclados. Isto pode ocasionar uma via de contaminação e exposição, inclusive para crianças, pois foram encontrados esses compostos em brinquedos reciclados.

Levando em consideração a pesquisa realizada e os resultados do NIP anterior (MMA, 2015), não há registros sobre produção das formulações comerciais de octa e pentaBDE no Brasil.





## 2.2 Comércio

### 2.2.1 Comercialização nacional e internacional de PBDEs

As estatísticas de comércio exterior do Brasil foram acessadas através do portal Comex Stat do Ministério da Economia (ME). Para acessar essas estatísticas, é necessária a utilização da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) relativa à mercadoria de interesse - que contém dados desde 1999. Adicionalmente, o ME disponibiliza acesso a base de dados histórica (1989-1996), que ao invés do NCM utiliza a antiga Nomenclatura Brasileira de Mercadorias (NBM).

Apesar do acesso livre à base de dados, atualmente, os produtos contendo PBDE's não possuem NCM específicos, ficando misturados a outros produtos (NCM 2909.30.19- outros éteres aromáticos, NCM 29039929 – Outros derivados halogenados, unicamente com bromo e NCM 29033929 – Outros derivados bromados e (Figuras 4 a 7). Já em relação aos dados históricos (1989-1996), existia a categoria Éter decabromo-difenílico (NBM: 2909301700), provavelmente relativo ao decaBDE. Apesar de extensa busca, não foram encontradas NCMs ou NBMs específicas para octa- ou penta-BDE. Segundo ANNUNCIACÃO et al. (2018), não existem registros sobre a produção de retardantes de chamas contendo PBDE, sendo o uso dessas substâncias realizados através de importações. Em contato com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2019) – órgão anuente de importação de algumas substâncias controladas pela Convenção de Estocolmo – obtivemos a seguinte resposta: sobre “PBDEs não dispomos de informações sobre importação e exportação de éteres de difenilas polibromados e de produtos que contenham tais substâncias”. Apesar da falta de dados, é provável que uma grande quantidade de mercadorias contendo PBDEs tenham sido importados no país.



**Tabela 2:** Valores de importação e exportação de NCMs genéricos que podem incluir os éteres dineflicos polibromados em quilograma líquido, no período de 1997 a 2019. Dados disponíveis na plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>) para os três códigos de Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM).

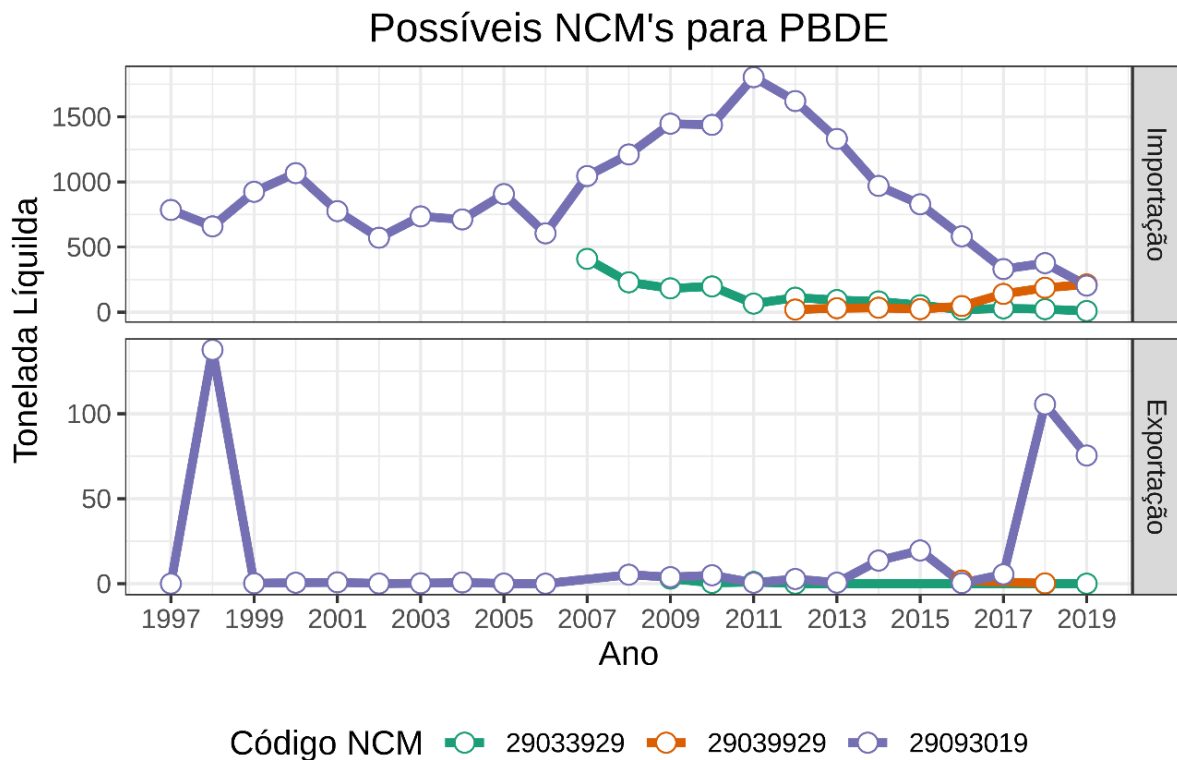
Ano	NCM 2909.30.19		NCM 2903.39.29		NCM 2903.99.29	
	Importação	Exportação	Importação	Exportação	Importação	Exportação
1997	784931	47	—	—	—	—
1998	658690	137576	—	—	—	—
1999	924035	228	—	—	—	—
2000	1067555	580	—	—	—	—
2001	775599	810	—	—	—	—
2002	571436	100	—	—	—	—
2003	735433	247	—	—	—	—
2004	711940	735	—	—	—	—
2005	907036	83	—	—	—	—
2006	605010	3	—	—	—	—
2007	1045237	—	409259	—	—	—
2008	1211233	5285	229255	—	—	—
2009	1447286	3850	182871	3000	—	—
2010	1438197	4956	197523	474	—	—
2011	1804334	574	65655	1010	—	—
2012	1621254	2761	111143	6	20202	—
2013	1330233	607	92838	—	30160	—
2014	969680	13587	82502	—	34064	—
2015	828609	19537	53473	—	23151	—
2016	582487	381	18968	—	47004	1850
2017	330913	5514	29234	—	140017	—
2018	376378	105531	23081	25	187007	200
2019	204140	75415	8686	1	213075	—
<b>Total</b>	<b>20931646</b>	<b>378407</b>	<b>1504488</b>	<b>4516</b>	<b>694680</b>	<b>2050</b>

NCM 2909.30.19 (outros éteres aromáticos), NCM 2903.39.29 (Outros derivados bromados) e NCM 2903.99.29 (outros derivados halogenados, unicamente com bromo).

Segundo dados do Ministério da Economia, considerando a escala de tempo avaliada no presente trabalho, a importação de mercadorias inseridas no NCM 29033929 (outros derivados bromados) foi prioritariamente através dos Estados Unidos (81,77%), seguido dos Países Baixos (7,3%) e da China (7,17%). Enquanto que, a Argentina foi responsável por 99,07% da exportação realizada pelo Brasil. Quando consideramos o comércio internacional dos produtos inclusos no NCM 29039929 (outros derivados halogenados, unicamente com bromo), o Brasil importou principalmente da China (59,78%) e dos Estados Unidos (40,16%), já a exportação destes produtos foi feita para o México (90,24%) e o Chile (9,76%). O Brasil importou os produtos inseridos no NCM 29093019 (outros éteres aromáticos) de diversos países, mas os maiores volumes foram do Japão (33,9%), dos Estados Unidos (30,92%) e da China (9,72%).



Enquanto que, a Alemanha foi a principal responsável pela exportação, seguida pelo México, Paraguai e China com 64,3%, 15,94%; 8,82% e 8,62%, respectivamente.



**Figura 1:** Gráfico de importação e exportação dos NCMs: 2903.39.29 (Outros derivados bromados); 2903.99.29 (outros derivados halogenados, unicamente com bromo) e 2909.30.19 (outros éteres aromáticos), em tonelada líquida, no período entre 1997 e 2019. Fonte: ComexStat

As informações relacionadas a utilização de PBDEs no Brasil são extremamente escassas, apesar disso, grandes quantidades de resíduos contendo retardantes de chamas terminam em aterros ou centros de reciclagem anualmente. Em um estudo recente, CRISTALE et al. (2019) verificou a presença de retardantes de chamas em um aterro na cidade de Araraquara, São Paulo, que recebe uma alta carga de lixo eletrônico. Os congêneres mais abundantes de PBDE em solo foram BDE-99 (pentaBDE), BDE-209 (decaBDE), sendo suas concentrações mais elevadas em áreas de armazenamento do lixo eletrônico. O estudo demonstra que o gerenciamento impróprio pode contaminar o ambiente e águas subterrâneas no entorno de aterros e áreas de reciclagem. Outro estudo também realizado em São Paulo, em uma lagoa,



também identificou a presença de PBDEs em sedimentos, sendo o BDE-47 (c-pentaBDE) o mais prevalente nas amostras (FERRARI et al., 2019).

### **3 PLANOS DE AÇÃO**

Os maiores desafios para o monitoramento da contaminação por PBDEs (octa e penta) estão relacionados à identificação de áreas com estoque de mercadorias com altas concentrações destes produtos. Como já discutido, estes seriam aterros/lixões que contenham principalmente resíduos eletrônicos e espumas, assim como depósitos de carros antigos. De igual maneira, é necessária total atenção para os métodos de eliminação e reciclagem de produtos que possam conter altas concentrações desses compostos.

### **4 REFERÊNCIAS**

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). Toxicological profile for Polybrominated Diphenyl Ether. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2017.

AGENCY, U. E. P. An exposure assessment of polybrominated diphenyl ethers. [s.l.] National Center for Environmental Assessment Washington, DC, 2010.

ANNUNCIAÇÃO, D. L. R. et al. Polybrominated Diphenyl Ethers (Pbde) as Persistent Contaminants: Origin, Behavior in the Environment and Analytical Strategies. Química Nova, v. 41, n. 7, p. 782–795, jul. 2018.

ASSOCIAÇÃO DE SAÚDE AMBIENTAL (TOXISPHERA) - Revogação das isenções da Convenção de Estocolmo para reciclagem de TetraBDE, PentaBDE, HexaBDE e HeptaBDE, 16 de abril de 2019

BRESCANSIN, A. et al. Restrição ao uso de substâncias perigosas (RoHS) no segmento de computadores pessoais: análise da estratégia de adoção pelos fabricantes estabelecidos no

BRASIL. Instrução Normativa no 01, de 19 de janeiro de 2010 - Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela



Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, 2010.

BRASIL. Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas, v. 10, n. 3, p. 35, 1 set. 2015.

CRISTALE, J. et al. Occurrence of flame retardants in landfills: A case study in Brazil. Environmental Research, v. 168, p. 420–427, 1 jan. 2019.

ELJARRAT, E.; BARCELÓ, D.; ALAEE, M. (EDS.). Brominated flame retardants. Berlin ; Heidelberg ; New York: Springer-Verlag, 2011.

EUROPEAN UNION (EU). Risk assessment report: diphenyl ether, pentabromo derivative (pentabromodiphenyl ether). European Chemicals Bureau, Luxembourg. ISBN 92-894-0479-5. 2001

EUROPEAN UNION (EU). Risk assessment report: diphenyl ether, octabromo derivative (octabromodiphenyl ether). European Chemicals Bureau, Luxembourg. 2003

EUROPEAN UNION. Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. 2003. Official Journal of the European Union, v. 37, p. 19-23, 2003.

FERRARI, R. S. et al. Assessing Surface Sediment Contamination by PBDE in a Recharge Point of Guarani Aquifer in Ribeirão Preto, Brazil. Water, v. 11, n. 8, p. 1601, ago. 2019.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1-107. [monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php](http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php) , 2016.

INTERNATIONAL PROGRAM ON CHEMICAL SAFETY (IPCS). Environmental health criteria 162: brominated diphenyl ethers. World Health Organization, Geneva, Switzerland. 1994.

LA GUARDIA, M. J.; HALE, R. C.; HARVEY, E. Detailed Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Congener Composition of the Widely Used Penta-, Octa-, and Deca-PBDE Technical Flame-retardant Mixtures. Environmental Science & Technology, v. 40, n. 20, p. 6247–6254, out. 2006.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Inventário Nacional de Novos Poluentes Orgânicos Persistentes (Novos POPs) de uso industrial Convenção de Estocolmo. Brasília, 2015, 166p.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. PubChem Database. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> (accessado em 11 de setembro., 2019)

PESTANA, C. R.; BORGES, K. B. Risco ambiental da aplicação de éteres de difenilas polibromadas como retardantes de chama. p. 9, 2008.

RAHMAN, F. et al. Polybrominated diphenyl ether (PBDE) flame retardants. *Science of The Total Environment*, v. 275, n. 1, p. 1–17, 25 jul. 2001.

REDFERN, F.M. et al. Overview and perspectives on emissions of polybrominated diphenyl ethers on a global basis: Evaporative and fugitive releases from commercial PBDE mixtures and emissions from combustion sources. *Aerosol Air Qual. Res.*, v. 17, n. 5, p. 1117-1131, 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Review Committee Third meeting. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its third meeting: Addendum 6: Risk profile on commercial octabromodiphenyl ether. Geneva, p. 23 (UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6). 2007.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP).. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Persistent Organic Pollutants Review Committee fourth meeting. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its fourth meeting: Addendum 1: Risk management evaluation for commercial octabromodiphenyl ether. Geneva, p. 13–17. (UNEP/POPS/POPRC.4/15/Add.1). 2008.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Technical Review of the Implications of Recycling Commercial Pentabromodiphenyl Ether and Commercial Octabromodiphenyl Ether – DRAFT. UNEP/POPS/POPRC.6/2, Geneva, 11–15 October 2010a.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Supporting document for technical review of the implications of recycling commercial penta and octabromodiphenyl



ethers. Stockholm Convention document for 6th POP Reviewing Committee meeting (UNEP/POPS/POPRC.6/INF/6) Geneva 11-15. October. 2010b

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Conference of the Parties of Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants Seventh meeting. Revised draft guidance on best available techniques and best environmental practices for the recycling and waste disposal of articles containing polybrominated diphenyl ethers listed under the Stockholm Convention. Geneva, 2015.



## 5 ANEXOS

**Quadro A1:** Nomes comerciais para misturas de pentaBDE

Grupo	Nomes Comerciais
<b>c-PentaBDE</b>	"4,4'-Oxybis(1,3-dibromobenzene)", "2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether", "BDE-47", "DIBROMOPHENYL ETHER", "PBDE 47", "2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether", "BDE 47", "2,4-dibromo-1-(2,4-dibromophenoxy)benzene", "PBDE-47", "UNII-0N97R5X10X", "bis(2,4-dibromophenyl) ether", "NSC 21724", "Benzene, 1,1'-oxybis(2,4-dibromo-", "Benzene, 1,1'-oxybis[2,4-dibromo-", "CHEBI:81584", "0N97R5X10X", "1,1'-oxybis(2,4-dibromobenzene)", "NSC21724", "1,1'-Oxybis[2,4-Dibromobenzene]", "AK121881", "PBDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether)", "C12H6Br4O", "BDE No 47 solution", "AC1L3TQ0", "AC1Q26OA", "DSSTox_CID_10056", "DSSTox_RID_78835", "PBDE No. 47", "DSSTox_GSID_30056", "MLS001065577", "SCHEMBL899494", "CHEMBL229760", "2,2',4,4'-TetraBDE", "DTXSID3030056", "CTK8D9905", "KS-00000MIH", "MolPort-027-836-838", "XYBSIYMGXVUVGY-UHFFFAOYSA-N", "HMS3039P04", "ZINC1583785", "1,1'-Oxybis(2,4-dibromo-Benzene", "Tox21_200327", "7840AB", "NSC-21724", "RW2836", "2,2',4,4' tetrabromodiphenyl ether", "AKOS016011206", "DS-6407", "QC-2733", "NCGC00090912-01", "NCGC00090912-02", "NCGC00257881-01", "AJ-27513", "BAS 00121527", "CJ-25191", "SMR000568461", "1,1'-Oxybis[2,4-dibromobenzene], 9CI", "AX8064085", "KB-239399", "LS-182277", "C18205", "BDE-47(2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl Ether)", "UNII-1J1A90VP8W component XYBSIYMGXVUVGY-UHFFFAOYSA-N", "2,2',4,4',5-Pentabromodiphenyl ether", "PBDE 99", "BDE-99", "1,2,4-Tribromo-5-(2,4-dibromophenoxy)benzene", "BDE 99", "UNII-D3A2T91I1E", "BDE No 99 solution", "D3A2T91I1E", "CHEBI:81582", "WHPVYXDFIXRKLN-UHFFFAOYSA-N", "DE 71", "Benzene,1,2,4-tribromo-5-(2,4-dibromophenoxy)-", "Pentabromodiphenyl oxide (technical)", "Benzene, 1,1'-oxybis-, pentabromo deriv.", "DSSTox_CID_4246", "Bromkal G 1", "DE-71", "Planelon PB 501", "Saytex 125", "Pentabromophenoxybenzene", "Pentabromodiphenyl ethers", "AC1L1V7M", "DSSTox_RID_77340", "DSSTox_RID_78834", "DSSTox_GSID_24246", "DSSTox_GSID_30048", "PBDE-99", "MLS001065585", "Benzene, 1,2,4-tribromo-5-(2,4-dibromophenoxy)-", "PENTABROMODIPHENYL OXIDE", "CCRIS 4851", "CHEMBL374400", "DTXSID9030048", "SCHEMBL14938654", "HSDB 7109", "HMS3039F12", "Pentabromodiphenyl Oxide Repackaged", "ZINC8602415", "EINECS", "251-084-2",





	<p>"Tox21_200156", "Tox21_201143", "Diphenyl ether, pentabromo derivative", "2,2,4,4,5-Pentabromodiphenyl ether", "LS-1197", "2,2',4,4',5 pentabromodiphenyl ether", "NCGC00091436-01", "NCGC00091436-02", "NCGC00091436-03", "NCGC00091436-04", "NCGC00091436-05", "NCGC00257710-01", "NCGC00258695-01", "2,2',4,4',5,-Penabromodiphenyl ether", "LS-32210", "SMR000568490", "Benzene, 1,1'-oxybis-, pentabromo deriv", "2,2',4,4',5-Pentabromodiphenyl ether", "Pentabromodiphenyl oxide (technical) (DE 71)", "2,4-dibromophenyl 2,4,5-tribromophenyl ether", "C18203", "UNII-7REL09ZX35 component WHPVYXDFIXRKLN-UHFFFAOYSA-N", "BDE 100", "UNII-YW2W2K0A6U", "2,2',4,4',6-pentabromodiphenyl ether", "pentabrominated diphenyl ether 100", "YW2W2K0A6U", "2,2',4,4',6-brominated diphenyl ether", "2,4-Dibromophenyl 2,4,6-Tribromophenyl Ether", "AC1L4BO3", "PBDE100", "Benzene, 1,3,5-tribromo-2-(2,4-dibromophenoxy)-", "BDE100", "PBDE-100", "DTXSID4052689", "SCHEMBL14938506", "CHEBI:138065", "NSKIRYMHNFTRLR-UHFFFAOYSA-N", "2,2',4,4',6-PentaBDE", "ZINC95619687", "ACM189084648", "2,2',4,4',6-Pentabromodiphenyl ether", "1,3,5-Tribromo-2-(2,4-dibromophenoxy)-Benzene", "J-012193", "BENZENE,1,3,5-TRIBROMO-2-(2,4-DIBROMOPHENOXY)-", "UNII-7REL09ZX35 component NSKIRYMHNFTRLR-UHFFFAOYSA-N", "4C8"</p>
--	---

## QuadroA2: Nomes comerciais para misturas de octaBDE

Grupo	Nomes Comerciais
c-octaBDE	<p>"2,2',4,4',5,5'-Hexabromodiphenyl ether", "PBDE 153", "BDE 153", "BDE-153", "UNII-NX58WCQ511", "NX58WCQ511", "CHEBI:81534", "1,1'-oxybis(2,4,5-tribromobenzene)", "1,2,4-tribromo-5-(2,4,5-tribromophenoxy)benzene", "BDE No 153 solution", "hexabrominated diphenyl ether 153", "Benzene, 1,1'-oxybis(2,4,5-tribromo-", "AC1L4DQO", "DSSTox_CID_10047", "DSSTox_RID_78833", "DSSTox_GSID_30047", "MLS001065604", "; CHEMBL1568307", "DTXSID4030047", "SCHEMBL14938634", "RZXIRSKYBISPGF-UHFFFAOYSA-N", "HMS3039L14", "ZINC8585871", "Tox21_202469", "5,5'-oxybis(1,2,4-tribromobenzene)", "1,1'-Oxybis(2,4,5-tribromo-Benzene)", "NCGC00090916-01", "NCGC00260018-01", "SMR000568459", "LS-182278", "1,1'-Oxybis[2,4,5-tribromo]benzene, 9CI", "C18137", "2,2',4,4',5,5'-Hexabromodiphenyl ether", "UNII-9346I1RE5F component RZXIRSKYBISPGF-UHFFFAOYSA-N", "2,2',3,4,4',5',6-heptabromodiphenyl ether", "BDE 183", "207122-16-5", "PBDE 183", "BDE No 183 solution", "UNII-6M82N9DXAI", "BDE-183", "6M82N9DXAI", "CHEBI:81537", "1,2,3,5-TETRABROMO-4-(2,4,5-TRIBROMOPHENOXY)BENZENE", "CHEMBL219178", "DTXSID8052693", "SCHEMBL14938742", "CTK0J8526",</p>



	<p>"ILPSCQCLBHQEM-UHFFFAOYSA-N", "Benzene,1,2,3,5-tetrabromo-4-(2,4,5-tribromophenoxy)-", "ZINC95543103", "2,2',3,4,4',5',6-heptabromodiphenylether", "C18140", "2,2',3,4,4',5',6-Heptabromodiphenyl ether", "J-013540", "1,2,3,5-Tetrabromo-4-(2,4,5-tribromophenoxy)-benzene", "2,2',3,4,4',5',6-Heptabromodiphenyl ether (BDE 183)", "UNII-HV572LY7S8 component ILPSCQCLBHQEM-UHFFFAOYSA-N", "UNII-Z44T8M8ULH", "446255-39-6", "Benzene, 1,2,3,4-tetrabromo-5-(2,3,4,6-tetrabromophenoxy)-", "Z44T8M8ULH", "BDE-196", "2,2',3,3',4,4',5,6'-Octabromodiphenyl ether", "BDE 196", "DTXSID3074789", "SCHEMBL14938663", "CTK1D2363", "IEWFKOVTVJNWFF-UHFFFAOYSA-N", "AKOS030239717", "2,2',3,3',4,4',5',6-Octabromodiphenyl ether", "2,2',3,3',4,4',5,6'-Octabromodiphenyl ether", "UNII-QFL9YO91JE component IEWFKOVTVJNWFF-UHFFFAOYSA-N", "117964-21-3", "UNII-1SD9VS79J1", "2,2',3,3',4,4',6,6'-Octabromodiphenyl ether", "BDE-197", "1SD9VS79J1", "Benzene, 1,1'-oxybis(2,3,4,6-tetrabromo-", "Benzene, 1,1'-oxybis[2,3,4,6-tetrabromo-", "BDE 197", "ACMC-20mnji", "PBDE 197", "DTXSID9074775", "SCHEMBL16678495", "CTK0G0032", "AAFUUKPTSPVXJH-UHFFFAOYSA-N", "2,2',3,3',4,4',6,6'-Octabromodiphenyl ether", "2,2',3,3',4,4',6,6'-octabromodiphenyl ether", "2,2',3,3',4,4',6,6'-Octabromodiphenyl ether", "UNII-QFL9YO91JE component AAFUUKPTSPVXJH-UHFFFAOYSA-N", "BDE No 203 solution", "UNII-13NAJ7N8H3", "337513-72-1", "2,2',3,4,4',5,5',6-Octabromodiphenyl ether", "13NAJ7N8H3", "BDE-203", "Benzene, 1,2,3,4,5-pentabromo-6-(2,4,5-tribromophenoxy)-", "Phenyl ether, octabromo deriv.", "BDE 203", "Tardex 80", "Bromkal 79-8DE", "Octabromodiphenyl oxide", "Octabromodiphenyl ethers", "Benzene, pentabromo(2,4,5-tribromophenoxy)-", "AC1L1V7P", "OCTABROMOBIPHENYL ETHER", "Phenyl ether, octabromo deriv", "EB 8", "PBDE 203", "DTXSID7074749", "SCHEMBL16678876", "HSDB 7110", "RTUZOQFRIPIWPS-UHFFFAOYSA-N", "CD 79", "DE 79", "1,1'-Oxybisbenzene octabromo deriv", "EINECS 251-087-9", "FR 143", "ZINC95851461", "FR 1208", "ACM337513721", "Benzene, 1,1'-oxybis-, octabromo deriv", "LS-30927", "J-019315", "1,2,3,4,5-pentabromo-6-(2,4,5-tribromophenoxy)benzene", "2,2',3,4,4',5,5',6'-OCTABROMODIPHENYL ETHER", "UNII-QFL9YO91JE component RTUZOQFRIPIWPS-UHFFFAOYSA-N", "Nonabromodiphenyl ether", "Nonabromophenoxybenzene", "Nonabromodiphenyl oxide", "UNII-2O56GK0P1R", "PBDE 206", "PENTABROMO(TETRABROMOPHENOXY)BENZENE", "EINECS 264-565-7", "63936-56-1", "Benzene, pentabromo(tetrabromophenoxy)-", "2,2',3,3',4,4',5,5',6-nonabromodiphenyl ether", "2O56GK0P1R", "Benzene, 1,2,3,4,5-pentabromo-6-(tetrabromophenoxy)-", "1,2,3,4,5-pentabromo-6-(2,3,4,5-tetrabromophenoxy)benzene",</p>
--	---



	<p>"BENZENE,1,2,3,4,5-PENTABROMO-6-(2,3,4,5-TETRABROMOPHENOXY)-", "BDE-206", "Nonabromodiphenyl ether (mixed isomers)", "BDE No 206 solution", "AC1L2DZC", "Benzene, 1,2,3,4,5-pentabromo-6-(2,3,4,5-tetrabromophenoxy)-", "SCHEMBL752753", "CYRHBNRLQMLULE-UHFFFAOYSA-N", "ZINC150349333", "LS-185768", "2,2',3,3',4,4',5,5',6-Nonabromodiphenyl ether", "UNII-7P4MPX8QTZ component CYRHBNRLQMLULE-UHFFFAOYSA-N", "BDE No 207 solution", "437701-79-6", "UNII-872OKM983V", "PBDE 207", "2,2',3,3',4,4',5,6,6'-nonabromodiphenyl ether", "872OKM983V", "BDE-207", "Benzene, 1,2,3,4,5-pentabromo-6-(2,3,4,6-tetrabromophenoxy)-", "PBDE Congener No. 207", "SCHEMBL16678555", "CTK8E6714", "DTXSID30451985", "IEEVDIAVLGLVOW-UHFFFAOYSA-N", "1,2,3,4,5-pentabromo-6-(2,3,4,6-tetrabromophenoxy)benzene", "AKOS025295326", "ZINC150351895", "RT-011434", "2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NonaBDE", "2,2',3,3',4,4',5,6,6'-Nonabromodiphenyl ether", "UNII-7P4MPX8QTZ component IEEVDIAVLGLVOW-UHFFFAOYSA-N"</p>
--	---