



# RESUMEN DE SALUD PÚBLICA

## Éteres de Polibromodifenilos

**División de Toxicología y Ciencias de la Salud**

**Septiembre 2015**

Esta publicación es un resumen de la Reseña Toxicológica de los éteres de polibromodifenilos (PBDEs) y forma parte de una serie de resúmenes de salud pública sobre sustancias peligrosas y sus efectos sobre la salud. También hay una versión abreviada, ToxFAQs™, disponible. Esta información es importante porque se trata de sustancias que podrían ser nocivas para la salud. Los efectos sobre la salud de la exposición a cualquier sustancia peligrosa van a depender de la dosis, la duración y el tipo de exposición, la presencia de otras sustancias químicas, así como de las características y los hábitos de la persona. Si desea información adicional, comuníquese con el Centro de Información de la ATSDR al 1-800-232-4636.

---

### TRASFONDO

Este resumen de salud pública le informa acerca de los éteres de polibromodifenilos (PBDEs) y de los efectos de la exposición a estas sustancias.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) identifica los sitios de desechos peligrosos más serios en la nación. La EPA luego coloca estos sitios en la Lista de Prioridades Nacionales (NPL) y los designa para limpieza a largo plazo por parte del gobierno federal. La EPA no ha encontrado PBDEs en ninguno de los 1,699 sitios actualmente en la NPL o que formaron parte de la NPL en el pasado. Aunque el número total de sitios de la NPL en los que se han buscado estas sustancias no se conoce, a medida que se evalúan más sitios puede que se detecten PBDEs. Esta información es importante porque estos sitios pueden representar fuentes de exposición, y la exposición a estas sustancias puede perjudicarlo.

Cuando una sustancia se libera desde un área extensa, por ejemplo desde una planta industrial, o desde un recipiente como un barril o una botella, la sustancia entra al ambiente. Esta liberación no siempre conduce a exposición. Usted puede exponerse a una sustancia solamente cuando entra en contacto con ésta—al inhalar, comer o beber la sustancia, o por contacto con la piel.

Hay muchos factores que determinan si la exposición a PBDEs lo perjudicará. Estos factores incluyen la dosis (la cantidad), la duración (por cuanto tiempo) y la manera como entró en contacto con estas sustancias. También debe considerar las otras sustancias químicas a las que usted está expuesto, su edad, sexo, dieta, características personales, estilo de vida y condición de salud.



## RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Éteres de Polibromodifenilos

**División de Toxicología y Ciencias de la Salud**

**Septiembre 2015**

### **¿QUÉ SON LOS PBDEs?**

Los PBDEs son sustancias químicas que se agregaron a una variedad de productos de consumo para hacer más difícil que ardan. Estas sustancias no son compuestos individuales sino mezclas de varias sustancias bromadas. La familia entera consiste de 209 posibles sustancias llamadas congéneres.

Existían tres mezclas comerciales importantes de PBDEs: pentabromodifenil éter (pentaBDE), octabromodifenil éter (octaBDE) y decabromodifenil éter (decaBDE). DecaBDE se usó principalmente en cubiertas de artículos electrónicos como por ejemplo televisores. OctaBDE se usó principalmente en plásticos de artículos de oficina, por ejemplo computadores. El uso principal de pentaBDE fue en espumas para relleno de tapices de muebles. Las mezclas de pentaBDE y octaBDE fueron retiradas voluntariamente del mercado en los Estados Unidos por los fabricantes al final del 2004 y la manufactura e importación de decaBDE debieron terminar después de Diciembre 31 de 2013. En el año 2003, la Unión Europea promulgó instrucciones para prohibir la comercialización y uso de pentaBDE y octaBDE que tuvieron efecto el año 2004. En el año 2008, el uso de decaBDE se restringió en respuesta a las Instrucciones para Restringir Sustancias Peligrosas de la Unión Europea.

### **¿DÓNDE SE ENCUENTRAN PBDEs?**

Los PBDEs pueden ser liberados al aire, al agua y al suelo en lugares donde se manufacturan o usan. A pesar de la cesación gradual de la fabricación y usos de pentaBDE, octaBDE y decaBDE, una gran cantidad de productos de consumo aún contienen PBDEs, y estos productos probablemente se mantendrán en uso durante varios años más. Algunos de estos productos incluyen televisores y computadores antiguos y muebles que contienen espuma de poliuretano.

Los PBDEs son poco solubles en agua, y cuando estas sustancias se liberan al agua, generalmente se adhieren a sedimento. PBDEs en productos de consumo que se desechan en vertederos pueden escapar al agua subterránea a través el suelo. Sin embargo, esto no debería ser problema ya que estas sustancias generalmente se adhieren fuertemente a partículas en el suelo, y por lo tanto, no se movilizan fácilmente a través del suelo.

Los suelos y sedimentos son los principales reservorios de PBDEs. Varios alimentos tales como pescado, carne y productos lácteos pueden contener concentraciones bajas de PBDEs.



## RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Éteres de Polibromodifenilos

División de Toxicología y Ciencias de la Salud

Septiembre 2015

### ¿CÓMO PUEDE OCURRIR LA EXPOSICIÓN A PBDEs?

Los seres humanos pueden estar expuestos a PBDEs a través de distintas maneras, por ejemplo, ingiriendo alimentos o tierra/polvos contaminados, respirando aire contaminado, o por contacto de la piel con tierra/polvos o productos comerciales contaminados.

La principal ruta de exposición a PBDEs para la población general es la ingestión de polvo contaminado en ambientes interiores, ya sea en el hogar o en el lugar de trabajo. Se han detectado PBDEs en polvo en residencias, el que usted puede respirar o tragar en pequeñas cantidades. La ingestión de polvo residencial (y en menor grado el contacto de la piel con polvo residencial) representa entre 80 y 90% de la exposición total a PBDEs de la población general. El resto de la exposición a PBDEs en los Estados Unidos es a través del consumo de alimentos. Usted puede estar expuesto a PBDEs a través del consumo de alimentos contaminados, especialmente aquellos de alto contenido graso, como ciertos pescados. En bebés que maman, la leche de pecho puede ser una de las fuentes principales de exposición a PBDEs, ya que estas sustancias pueden acumularse en la leche materna. Debido a la naturaleza química de los PBDEs, raramente se han detectado en agua, por lo que el consumo de agua potable no es una ruta de exposición de importancia. Mientras la exposición a polvo parece ser la principal ruta de exposición para la población general de América del Norte, la principal ruta de exposición a PBDEs para la población en Europa parece ser la dieta.

Se han detectado PBDEs en muestras de aire, lo que indica que la gente también puede exponerse por inhalación. Productos de consumo tales como computadores y equipos electrónicos (por ejemplo televisores), tratados con PBDEs pueden continuar liberando estos productos al aire con el tiempo.

Los PBDEs pueden entrar al suelo desde productos que se desechan (por ejemplo en vertederos) o de desechos usados como abonos. Si usted toca tierra contaminada con PBDEs, lo que podría ocurrir en un sitio de desechos peligrosos, una pequeña cantidad de PBDEs puede entrar al cuerpo a través de la piel; la ingestión de tierra puede significar exposición más alta a PBDEs. Esta ruta de exposición puede ser especialmente importante para niños que se llevan las manos a la boca frecuentemente.



## RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Éteres de Polibromodifenilos

**División de Toxicología y Ciencias de la Salud**

**Septiembre 2015**

### **¿CÓMO PUEDEN ENTRAR Y SALIR DEL CUERPO LOS PBDEs?**

Los PBDEs pueden entrar al cuerpo en los alimentos, el aire, el agua o el suelo. La manera a través de la cual los PBDEs pueden entrar o salir del cuerpo depende de la estructura química de la composición de congéneres. PBDEs con alto contenido de bromo, especialmente decaBDE, actúan de manera diferente en el cuerpo que PBDEs con bajo contenido de bromo. Si usted respira aire que contiene PBDEs o traga alimentos, agua, tierra o polvo contaminados con PBDEs, los congéneres con bajo contenido de bromo tienen mayor probabilidad de pasar a la sangre a través de los pulmones y el estómago que decaBDE.

Una vez dentro del cuerpo, congéneres individuales pueden ser transformados parcialmente en productos de degradación llamados metabolitos.

Los PBDEs y sus metabolitos pueden abandonar el cuerpo principalmente en las heces y una cantidad muy pequeña en la orina. DecaBDE, con una vida media de aproximadamente 15 días, tiende a ser eliminado del cuerpo más rápido que PBDEs con bajo contenido de bromo, con vidas medias de hasta 94 días. PBDEs con bajo contenido de bromo pueden permanecer en el cuerpo, principalmente en la grasa, durante años. DecaBDE también se acumula en el tejido graso, aunque en menor grado. Tanto PBDEs con bajo contenido de bromo como decaBDE pueden concentrarse en la grasa de la leche materna y así entrar al cuerpo de bebés que maman. Estos compuestos también pueden pasar al cuerpo del feto a través de la placenta.

### **¿CÓMO PUEDEN AFECTAR MI SALUD LOS PBDEs?**

No hay información definitiva acerca de los efectos de los PBDEs sobre la salud de seres humanos. La mayor parte de la información acerca de la toxicidad de los PBDEs y sus metabolitos proviene de estudios en animales. Sin embargo, varios estudios recientes que han examinado asociaciones entre concentraciones de PBDEs en leche materna y/o la sangre de seres humanos y una variedad de efectos sobre la salud. Debido a las diferencias en la manera como se absorbe y almacena decaBDE en el cuerpo, decaBDE probablemente exhibirá menor toxicidad que PBDEs con bajo contenido de bromo.

Ratas y ratones que comieron pequeñas cantidades de PBDEs con bajo contenido de bromo temprano durante su desarrollo exhibieron alteraciones del comportamiento y daño del sistema reproductivo en la



## RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Éteres de Polibromodifenilos

**División de Toxicología y Ciencias de la Salud**

**Septiembre 2015**

edad adulta. También se observaron alteraciones del comportamiento en ratas y ratones que ingirieron decaBDE temprano durante el desarrollo, pero en dosis más altas que las de PBDEs con bajo contenido de bromo. Ratas y ratones adultos que ingirieron cantidades moderadas de PBDEs con bajo contenido de bromo por períodos breves exhibieron principalmente efectos sobre la tiroides y el hígado. Resultados adicionales de estudios de exposición breve en animales sugieren que algunos PBDEs pueden causar alteraciones del sistema inmunitario. Animales expuestos a PBDEs a través de contacto con la piel sufrieron irritación de la piel solamente si la piel tenía rasguños.

Tal como se observó en estudios de exposición breve, ratas y ratones que ingirieron PBDEs durante períodos más prolongados durante el desarrollo también sufrieron alteraciones del comportamiento; nuevamente, efectos similares ocurrieron con dosis de decaBDE más altas. Los resultados de algunos estudios en seres humanos han sugerido una asociación entre exposición a PBDEs y alteraciones del desarrollo neurológico. Ratas y ratones adultos que ingirieron pequeñas cantidades de PBDEs con bajo contenido de bromo durante semanas o meses sufrieron alteraciones del sistema reproductivo de machos, la tiroides y el hígado. Animales adultos que ingirieron pequeñas cantidades de decaBDE durante varias semanas o meses contrajeron diabetes y alteraciones del sistema nervioso, inmunitario y reproductivo. La evidencia de que PBDEs producen otros efectos en seres humanos además de alteraciones del desarrollo neurológico o no es conclusiva o no existe.

No sabemos si PBDEs pueden producir cáncer en seres humanos, aunque ratas y ratones que ingirieron de por vida cantidades sumamente altas de decaBDE desarrollaron tumores del hígado. La carcinogenicidad de PBDEs con bajo contenido de bromo en animales aún no se ha evaluado.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado a PBDE en el Grupo 3 (*not clasificable en cuanto a su carcinogenicidad en seres humanos*) basado en evidencia inadecuada de carcinogenicidad en seres humanos o evidencia limitada en animales de laboratorio. La EPA asigna mono-, di-, tri-, tetra-, penta-, hexa-, octa-, and nonaBDEs al Grupo D (*no clasificable en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos*) e indica que hay “*información inadecuada*” para clasificar a los congéneres 2,2',4,4'-tetraBDE, 2,2',4,4',5-pentaBDE y 2,2',4,4',5,5'-hexaBDE. Sin embargo, la EPA asigna una clasificación de “*evidencia sugestiva de potencial carcinogenicidad*” para decaBDE. El Departamento de Salud y Servicios Humanos no ha clasificado a PBDEs como sustancias carcinogénicas.



## RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Éteres de Polibromodifenilos

**División de Toxicología y Ciencias de la Salud**

**Septiembre 2015**

La Conferencia Americana de Sanitarios Industriales de Gobierno (ACGIH) no tiene datos acerca de clasificación de PBDEs en base a carcinogenicidad.

### **¿CÓMO PUEDEN LOS PBDEs AFECTAR A LOS NIÑOS?**

Esta sección discute los posibles efectos sobre la salud en seres humanos causados por exposiciones desde la concepción a la madurez (18 años de edad).

Según estudios, los niños pequeños experimentan exposiciones a PBDEs más altas que niños mayores o que los adultos. La forma más probable de exposición para niños pequeños es a través de la leche materna que contiene PBDEs con bajo contenido de bromo, aunque también puede ocurrir exposición de bebés antes de nacer a través de la placenta. Los niños están expuestos a PBDEs generalmente de la misma manera que los adultos, principalmente al ingerir polvo y alimentos contaminados en el hogar. Sin embargo, la ingestión de tierra/polvo en niños de 1 a 5 años de edad es mucho más alta que en niños mayores o en adultos. Debido a que los niños pesan menos, su ingesta de PBDE por kilogramo (o libra) de peso puede ser más alta que la de los adultos. Los niños que viven cerca de sitios de desechos peligrosos pueden comer accidentalmente PBDEs al llevarse las manos u objetos cubiertos con tierra/polvo a la boca o al comer sin haberse lavado las manos. Algunos niños comen tierra intencionalmente. También es posible que los niños estén expuestos a PBDEs si los padres traen al hogar PBDEs en la ropa de trabajo.

Como se mencionó anteriormente, los niños pueden estar expuestos a PBDEs tanto antes de nacer como a través de la leche materna. Tanto PBDEs con bajo contenido de bromo y decaBDE se han detectado en la leche materna y pueden ser transferidos a bebés que maman. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los beneficios de la alimentación con leche materna contrapesan los riesgos de exposición a través de la leche materna. Usted debería consultar a su proveedor de servicios de salud si tiene preocupaciones acerca de los PBDEs y la alimentación con leche materna. Debido a que el feto y los niños pequeños aún se están desarrollando, los efectos de los PBDEs durante estos períodos pueden tener un impacto más significativo.

Hay evidencia que sugiere que el feto y los niños pequeños son más susceptibles a los PBDEs que los adultos. Estudios han observado alteraciones sutiles del comportamiento en animales expuestos a PBDEs



## RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Éteres de Polibromodifenilos

**División de Toxicología y Ciencias de la Salud**

**Septiembre 2015**

durante las primeras 2 semanas de vida, y resultados de algunos estudios en seres humanos sugieren un efecto de PBDEs sobre el desarrollo neurológico de niños, incluyendo deterioro de la capacidad intelectual (entendimiento, memoria), deterioro de funciones motoras, aumento de impulsividad y decremento de la atención. Un estudio reportó que exposición temprana es un factor de riesgo para desarrollar Enfermedad de Déficit de Atención e Hiperactividad (ADHD); sin embargo, otro estudio no encontró asociación alguna entre PBDEs y ADHD. Una posible explicación para los efectos del comportamiento que se observaron puede tener relación con alteraciones en la tiroides, ya que el desarrollo del sistema nervioso depende de hormonas tiroideas. En estudios en animales en desarrollo también se han observado daño de los órganos sexuales y supresión del sistema inmunitario. No se sabe si estos efectos podrían ocurrir en niños.

### **¿CÓMO PUEDEN LAS FAMILIAS REDUCIR EL RIESGO DE EXPOSICIÓN A PBDEs?**

Si su doctor encuentra que usted (o un miembro de la familia) ha estado expuesto a cantidades significativas de PBDEs, pregunte si sus niños también podrían haber estado expuestos. Puede que su doctor necesite pedir que su departamento estatal de salud investigue.

La ingestión y el contacto de la piel con polvo que contiene PBDEs en el interior del hogar son las principales rutas de exposición a PBDEs para residentes de los Estados Unidos. Polvo con PBDEs puede acumularse en las manos y ser ingerido al llevarse las manos a la boca; lavarse las manos con frecuencia puede disminuir la exposición a PBDEs a través de esta ruta. Además, la exposición a PBDEs puede reducirse usando la aspiradora y limpiando la tubería y filtros de aire para reducir los niveles de polvo en el hogar.

Como muchos productos de consumo antiguos, tales como televisores, computadores, y muebles que contienen espuma de poliuretano contienen PBDEs, reemplazando los productos antiguos con nuevos que no contienen estas sustancias puede reducir la exposición a PBDEs en el hogar.

### **¿HAY EXÁMENES MÉDICOS PARA DETERMINAR SI HE ESTADO EXPUESTO A PBDEs?**

PBDEs y sus productos de degradación (metabolitos) se pueden medir en la sangre, el cabello y la leche materna. Sin embargo, la detección de estas sustancias no puede predecir el tipo de efectos que podrían



## RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Éteres de Polibromodifenilos

**División de Toxicología y Ciencias de la Salud**

**Septiembre 2015**

ocurrir a causa de la exposición. Debido a que PBDEs y sus metabolitos abandonan el cuerpo o se distribuyen a la grasa del cuerpo rápidamente, las pruebas deben llevarse a cabo dentro de unos días después de la exposición si se sospecha exposición a niveles altos.

### **¿QUÉ RECOMENDACIONES HA HECHO EL GOBIERNO FEDERAL PARA PROTEGER LA SALUD PÚBLICA?**

El gobierno federal desarrolla reglamentos y recomendaciones para proteger la salud pública. Los reglamentos *pueden* ser impuestos por ley. La EPA, la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) y la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) son algunas agencias federales que desarrollan reglamentos para sustancias tóxicas. Las recomendaciones proveen instrucciones valiosas para proteger la salud pública, pero *no pueden* imponerse por ley. La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) y el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) del CDC son dos agencias federales que desarrollan recomendaciones para sustancias tóxicas.

Los reglamentos y recomendaciones pueden ser expresados como ‘niveles-que-no-deben-excederse’ —en otras palabras, niveles de la sustancia tóxica en el aire, agua, suelo o alimentos que no sobrepasen los niveles críticos que se basan generalmente en niveles que afectan a los animales. Estos niveles luego se ajustan para la protección de seres humanos. En algunas ocasiones estos ‘niveles-que-no-deben-excederse’ difieren entre organizaciones federales debido a las diferentes duraciones de exposición (una jornada de 8 horas al día o de 24 horas al día), el uso de diferentes estudios en animales u otros factores.

Las recomendaciones y los reglamentos son actualizados periódicamente a medida que se dispone de información adicional. Para obtener la información más reciente, consulte a la organización o agencia federal que la otorga.

La EPA requiere que compañías que transportan, almacenan o desechan éter de monobromodifenilo (monoBDE) (o éter de difenilo con un bromo unido a la estructura, representado por el Número de Registro 101-55-3 del Servicio de Resúmenes Químicos; y el número de desecho U030 de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos) cumplan con los reglamentos del programa federal de manejo de residuos peligrosos ya que esta sustancia aparece en la lista (lista-U) como residuo peligroso debido a su posible toxicidad. La EPA también limita la cantidad de monoBDE en plantas públicas para tratar





## RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Éteres de Polibromodifenilos

**División de Toxicología y Ciencias de la Salud**

**Septiembre 2015**

agua residual. Para minimizar la exposición del público a monoBDE, la EPA requiere que la industria de cuenta al Centro de Respuesta Nacional de la liberación de 100 libras o más de monoBDE al ambiente.

La OSHA no ha establecido límites de exposición (PEL) para proteger a los trabajadores de efectos adversos causados por exposición a PBDEs. El NIOSH no ha recomendado límites de exposición para estas sustancias en el aire del trabajo.

### ¿DÓNDE PUEDO OBTENER MÁS INFORMACIÓN?

Si usted tiene preguntas o preocupaciones, por favor comuníquese con el departamento de salud y calidad ambiental de su comunidad o estado o con la ATSDR a la dirección y número de teléfono que aparecen más abajo. La ATSDR también puede indicarle la ubicación de clínicas de salud ocupacional y ambiental. Estas clínicas se especializan en la identificación, evaluación y el tratamiento de enfermedades causadas por la exposición a sustancias peligrosas.

- Llame libre de cargos al número de información y asistencia técnica al 1-800-CDCINFO (1-800-232-4636) o,
- Escriba a:  
Agency for Toxic Substances and Disease Registry  
Division of Toxicology and Human Health Sciences  
1600 Clifton Road NE,  
Mailstop F-57  
Atlanta, GA 30329-4027

Reseñas Toxicológicas e información adicional están disponibles en el sitio de la ATSDR:

<http://www.atsdr/cdc.gov/es>