

*A FIT foi elaborada com informações básicas sobre a substância química e os efeitos à saúde humana na exposição ambiental. Vários fatores influenciam os possíveis danos à saúde e a gravidade dos efeitos, como a via, dose e duração da exposição, a presença de outras substâncias e as características do indivíduo.*

# Alfa-Hexaclorociclohexano, Beta-Hexaclorociclohexano e Lindano

## Identificação da substância

**Fórmula química:**  $C_6H_6Cl_6$

**Nº CAS:** 319-84-6 (alfa-Hexaclorociclohexano); 319-85-7 (beta-Hexaclorociclohexano); 58-89-9 (gama-Hexaclorociclohexano ou lindano)

## Descrição e usos

O hexaclorociclohexano (HCH) é um inseticida organoclorado caracterizado por uma mistura de vários isômeros, principalmente  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ . Na composição percentual do HCH técnico normalmente encontram-se 65 a 70% de alfa-HCH ( $\alpha$ -HCH); 7 a 10% de beta-HCH ( $\beta$ -HCH); 14 a 15% de gama-HCH ( $\gamma$ -HCH) e cerca de 10% de outros isômeros e compostos. Os isômeros apresentam pequenas diferenças nas propriedades físicas e químicas, incluindo solubilidade.

O único uso identificado para produtos contendo HCH é baseado na atividade inseticida do isômero gama-HCH, comumente denominado lindano. O HCH grau técnico contendo o isômero gama é usado principalmente como inseticida para tratamento de madeira e grãos. Outros usos são como inseticida para frutas e hortaliças, em iscas e tratamentos de sementes no controle de roedores e no tratamento de sarnas e piolhos. O HCH também foi utilizado no combate aos vetores das doenças da malária e de Chagas. O alfa-HCH, beta-HCH e lindano fazem parte da lista de poluentes orgânicos persistentes (POPs) da Convenção de Estocolmo, um tratado internacional que visa a eliminação segura desses poluentes e a limitação de sua produção e uso, do qual o Brasil é signatário.

## Comportamento no ambiente

O HCH pode ser liberado a partir da produção de lindano, em lixões e áreas contaminadas. Os isômeros alfa, beta e gama-HCH persistem no ambiente e podem ser encontrados no solo e água superficial em áreas de disposição de resíduos perigosos.

Os isômeros do HCH também podem estar presentes no ar, na forma de vapor, ou aderidos a pequenas partículas de terra ou poeira, que podem ser removidas pela chuva ou degradadas por outros compostos presentes na atmosfera. Dependendo das condições ambientais, o HCH pode permanecer no ar por longo tempo e ser transportado a longas distâncias. É degradado por algas, fungos e bactérias de solos, sedimentos e água formando substâncias menos tóxicas, porém esse processo pode ser lento.

O alfa-HCH é moderadamente persistente no solo e na água de regiões mais frias. Os processos de degradação abiótica não desempenham um papel importante no destino ambiental do beta-HCH e do lindano. Assim, a fotólise e a hidrólise não são significativas. O beta-HCH é suscetível à biodegradação em condições favoráveis, no entanto, em comparação ao gama-HCH e ao alfa-HCH, é o isômero mais recalcitrante. Dados de laboratório e de campo sugerem que o beta-HCH é persistente no solo, sobretudo em temperaturas baixas, e está associado fundamentalmente às partículas e tem baixo potencial de lixiviação.

O lindano pode bioacumular facilmente na cadeia alimentar devido a sua alta solubilidade em lipídios e bioconcentrar rapidamente em microrganismos, invertebrados, peixes, pássaros e mamíferos.

### **Exposição humana e efeitos na saúde**

As vias de exposição humana ao lindano e outros isômeros do hexaclorociclohexano são ingestão, inalação e contato dérmico. A população geral pode ser exposta por ingestão de alimentos contaminados com resíduos de agrotóxicos e contato cutâneo durante o uso de xampus e loções contendo lindano para tratamento de sarnas e piolhos. Também é possível ser exposto por ingestão de água e inalação de ar contaminados, e contato da pele com terra ou água de locais de disposição de resíduos perigosos contendo essas substâncias. O HCH foi detectado no leite materno, o qual constitui uma possível rota de exposição para bebês.

Casos de contaminação por HCH ocorreram no Brasil, como o da Cidade dos Meninos (Rio de Janeiro), onde foram abandonados rejeitos e parte da produção de uma fábrica de HCH grau técnico desativada em 1955, e em Santa Maria (Rio Grande do Sul) devido a presença de resíduos de lindano e alfa-HCH em salsichas do tipo hot-dog .

Os efeitos mais comuns associados a exposição humana aguda por via oral ao  $\gamma$ -HCH são os neurológicos. Indivíduos que ingeriram lindano, intencional ou acidentalmente, na forma de grânulos, medicamentos para escabiose ou alimentos contaminados apresentaram convulsões, vômitos e vertigens.

Efeitos hematológicos como anemia aplástica e alterações na contagem de células brancas do sangue foram observados em indivíduos expostos ao lindano por inalação e/ou contato cutâneo a produtos domésticos contendo lindano ou em trabalhadores, contudo a relação causal não foi estabelecida devido à falta de dados da exposição individual. Um estudo com mulheres alemãs sugere que níveis elevados de alfa-HCH no sangue periférico podem estar associados com fibroide uterino, anticorpos antitireóide, insuficiência lútea, abortos e alta suscetibilidade a alergias.

Também foi observada associação entre altos níveis de alfa-HCH no sangue materno e retardo do crescimento intrauterino. Outro estudo encontrou níveis sanguíneos mais elevados de alfa e beta-HCH em mulheres com histórico de aborto, contudo não foi possível estabelecer uma relação causal devido à presença concomitante de níveis elevados de outros agrotóxicos.

A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica os hexaclorociclohexanos como possíveis cancerígenos humano (Grupo 2B) e o lindano como cancerígeno humano (Grupo 1).

### Padrões e valores orientadores

Meio	Concentração	Comentário	Referência
Solo β-HCH	0,011 mg/kg* 0,03 mg/kg* 0,1 mg/kg* 5 mg/kg*	Valor de Prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	CONAMA 420/2009
Lindano	0,001 mg/kg* 0,02 mg/kg* 0,07 mg/kg* 1,5 mg/kg*	Valor de Prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	
Solo HCH alfa	0,0003 mg/kg* 0,002 mg/kg* 0,02 mg/kg* 0,04 mg/kg*	Valor de Prevenção VI cenário agrícola VI cenário residencial VI cenário industrial	Valores orientadores para solo e água subterrânea no Estado de São Paulo-CETESB-DD 256/2016/E
HCH beta	0,001 mg/kg* 0,01 mg/kg* 0,06 mg/kg* 0,2 mg/kg*	Valor de Prevenção VI cenário agrícola VI cenário residencial VI cenário industrial	
HCH gama (Lindano)	0,001 mg/kg* 0,008 mg/kg* 0,06 mg/kg* 0,2 mg/kg*	Valor de Prevenção VI cenário agrícola VI cenário residencial VI cenário industrial	
Água potável <sup>1</sup>	2 µg/L	VMP (Padrão de potabilidade)	Portaria GM/MS 888/2021
Água subterrânea <sup>1</sup>	2 µg/L 4 µg/L 10 µg/L	VMP (consumo humano) VMP (dessedentação de animais) VMP (recreação)	CONAMA 396/2008
Água subterrânea HCH alfa HCH beta HCH gama (Lindano)	0,05 µg/L 0,17 µg/L 2 µg/L	VI	Valores orientadores para solo e água subterrânea no Estado de São Paulo-CETESB-DD 256/2016/E

Meio	Concentração	Comentário	Referência
Águas doces <sup>1</sup>	0,02 µg/L 2,0 µg/L	VM (classes 1 e 2) VM (classe 3)	CONAMA 357/2005
Águas salinas <sup>1</sup>	0,004 µg/L 0,16 µg/L	VM (classe 1) VM (classe 2)	CONAMA 357/2005
Águas salobras <sup>1</sup>	0,004 µg/L 0,160 µg/L	VM (classe 1) VM (classe 2)	CONAMA 357/2005

<sup>1</sup>Lindano; \*Peso seco; VI = Valor de Investigação (CONAMA)/ Valor de intervenção (CETESB); APM<sub>max</sub> = Área de Proteção Máxima; VMP = Valor Máximo Permitido; VM = Valor Máximo.

### Referência/Sites relacionados

<http://www.iarc.fr/>

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

<http://www.who.int/en/>

<http://www.anvisa.gov.br/>

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

<http://www.mma.gov.br/conama/>

<http://chm.pops.int/>

<http://www.cetesb.sp.gov.br/>

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>