

## HPAs - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

### Identificação das substâncias

Nome comum	Fórmula química	Nº CAS	Sinônimos
<b>Acenafteno</b>	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>	83-32-9	1,8-Ethylenenaphthalene
<b>Acenaftileno</b>	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub>	208-96-8	Acenaphthalene
<b>Antraceno</b>	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	120-12-7	Anthracin; Paranaphthalene
<b>Benzo(a)antraceno</b>	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	56-55-3	Benzo antraceno; 1,2-Benzantraceno
<b>Benzo(a)pireno</b>	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	50-32-8	Benzopireno; B(a)P; 3,4-Benzopireno
<b>Benzo(b)fluoranteno</b>	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	205-99-2	Benzo(e)fluoranthene; B(b)F
<b>Benzo(e)pireno</b>	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	192-97-2	4,5-Benzopyrene; B(e)P
<b>Benzo(g,h,i)perileno</b>	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	191-24-2	1,12-Benzoperylene
<b>Benzo(j)fluoranteno</b>	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	205-82-3	Dibenzo(a,j,k)fluorene; B(j)F
<b>Benzo(k)fluoranteno</b>	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	207-08-9	11,12-Benzofluoranthene; Dibenzo(b,j,k)fluorene
<b>Criseno</b>	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	218-01-9	1,2-Bezofenantreno; Benzo(a)phenanthrene
<b>Dibenzo(a,h)antraceno</b>	C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	53-70-3	1,2:5,6-Dibenzoantraceno; DB(a,h)A
<b>Fenantreno</b>	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	85-01-8	phenantrin
<b>Fluoranteno</b>	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	206-44-0	Fluoranthrene; Idryl
<b>Fluoreno</b>	C <sub>13</sub> H <sub>10</sub>	86-73-7	9H-Fluorene; Diphenylenemethane
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pireno</b>	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	193-39-5	Indenopyrene; IP; o-Phenylene-pyrene
<b>Pireno</b>	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	129-00-0	Benzo(d,e,f)phenanthrene; β-Pyrene

### Descrição e usos

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são uma classe de mais de 100 substâncias químicas que ocorrem naturalmente no carvão, no petróleo bruto e na gasolina e também são gerados durante a combustão incompleta ou pirólise de matéria orgânica e em vários processos industriais.

A maioria dos HPAs, como composto individual, não tem uso conhecido exceto para fins de pesquisa. Poucos HPAs são usados na produção de corantes (acenafteno, antraceno, fluoranteno e pireno), plásticos (acenafteno) e agrotóxicos (acenafteno e fenantreno). O naftaleno é um HPA produzido comercialmente para a fabricação de outros produtos químicos e naftalina, mais informações sobre esse HPA podem ser encontradas na FIT do Naftaleno.

### **Comportamento no ambiente**

Importantes fontes de emissão de HPAs são a exaustão veicular, as fontes de aquecimento industrial e residencial, o processamento de carvão, de petróleo bruto e de gás natural, a incineração de lixo e a fumaça de tabaco. Os HPAs liberados no ambiente podem formar ou ligar-se a partículas no ar com tamanhos diferentes dependendo em parte da fonte. Em geral, os HPAs com dois ou três anéis estão presentes no ar predominantemente na fase de vapor, os HPAs que possuem quatro anéis existem tanto na fase de vapor quanto no particulado, e os HPAs com cinco ou mais anéis são encontrados predominantemente ligados a partículas. As partículas inaláveis finas ( $MP_{2,5}$ ) apresentam concentrações de HPAs mais altas do que as partículas inaláveis maiores ou mais grossas. A concentração de HPAs no ar ambiente varia conforme a estação do ano, em áreas urbanas, a concentração média de HPA individual varia de 1 a 30  $ng/m^3$ . A degradação dos HPAs adsorvidos a partículas na atmosfera ocorre principalmente por fotólise e muitos HPAs como o benzo(a)pireno são rapidamente degradados pela luz UV.

Os HPAs liberados na atmosfera podem ser transportados a curta e longa distâncias e são removidos por deposição úmida ou seca no solo, na água e na vegetação. Na água superficial, os HPAs podem sofrer volatilização, fotólise e biodegradação e também ligar-se ao sedimento e partículas suspensas ou acumular-se em organismos aquáticos. Os fatores de bioconcentração variam de 10 a 10000 dependendo da espécie e do tipo de HPA. No solo, os HPAs podem ser volatilizados, biodegradados ou sofrer degradação abiótica, em especial fotólise e oxidação.

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

A população geralmente está exposta a uma mistura de HPAs. As principais fontes de HPAs são poluição do ar ambiente (exaustão de motores veiculares), fumaça da queima de madeira ou de combustíveis fósseis, fumaça de cigarro e alimentos. A fumaça de cigarro apresenta níveis altos de HPAs, por exemplo, a concentração de BaP na fumaça emitida pela ponta do cigarro aceso varia de 52 a 95  $ng/cigarro$ , mais do que três vezes a concentração na fumaça exalada pelo fumante.

HPAs foram detectados em vegetais frescos, frutas e cereais como resultado da deposição de HPAs do ar, principalmente em áreas próximas a indústrias e áreas com alto tráfego veicular. Os

HPAs também são formados durante alguns processos de preparação de alimentos como em carnes grelhadas ou defumadas, alimentos assados ou fritos em altas temperaturas. Além disso, alguns medicamentos contêm HPAs, como o alcatrão de carvão, muito utilizado em cremes, pomadas, loções e xampus para tratamento de psoríase.

Estudos epidemiológicos envolvendo exposição pré-natal a misturas de HPAs indicam efeitos na reprodução como a diminuição da fertilidade e impactos no desenvolvimento, como diminuição do peso ao nascer e da circunferência da cabeça, danos na habilidade cognitiva, aumento de problemas de atenção, ansiedade e depressão e aumento de abortos espontâneos.

A inalação de BaP por longo prazo pode causar dor torácica, irritação e tosse, além de diminuição da função respiratória. O contato dérmico crônico leva a efeitos dermatológicos, como verrugas. Estudos com trabalhadores expostos a HPAs por inalação ou contato dérmico por longos períodos sugerem que os HPAs podem causar câncer de pulmão e de pele. A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica o benzo(a)pireno como cancerígeno para o ser humano (Grupo 1); o dibenzo(a,h)antraceno como provável cancerígeno para ser humano (Grupo 2A); o benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(j)fluoranteno, criseno e o indeno(1,2,3-c,d)pireno entre outros como possíveis cancerígenos humanos (Grupo 2B); o acenafteno, antraceno, benzo(e)pireno, benzo(g,h,i)perileno, fluoranteno, fluoreno, fenantreno e o pireno, entre outros como não classificáveis quanto a sua carcinogenicidade para o ser humano (Grupo 3).

### Padrões e valores orientadores

Meio	Concentração	Comentário	Referência <sup>1</sup>
<b>Solo</b>			
Antraceno	0,039 mg/kg*	Valor de prevenção	
Benzo(a)antraceno	0,025 mg/kg* 9 mg/kg* 20 mg/kg* 65 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	
Benzo(k)fluoranteno	0,38 mg/kg*	Valor de prevenção	
Benzo(g,h,i)perileno	0,57 mg/kg*	Valor de prevenção	
Benzo(a)pireno	0,052 mg/kg* 0,4 mg/kg* 1,5 mg/kg* 3,5 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	CONAMA 420/2009
Criseno	8,1 mg/kg*	Valor de prevenção	
Dibenzo(a,h)antraceno	0,08 mg/kg* 0,15 mg/kg* 0,6 mg/kg* 1,3 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	

Meio	Concentração	Comentário	Referência <sup>1</sup>
Fenantreno	3,3 mg/kg* 15 mg/kg* 40 mg/kg* 95 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	CONAMA 420/2009
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	0,031 mg/kg* 2 mg/kg* 25 mg/kg* 130 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	
<b>Solo</b> Antraceno	0,3 mg/kg* 2300 mg/kg* 4600 mg/kg* 10000 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	Valores orientadores para solo e água subterrânea no Estado de São Paulo- CETESB- DD 125/2021/E
Benzo(a)antraceno	0,2 mg/kg* 1,6 mg/kg* 7 mg/kg* 22 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	
Benzo(b)fluoranteno	0,7 mg/kg* 2 mg/kg* 7,2 mg/kg* 25 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	
Benzo(k)fluoranteno	0,8 mg/kg* 27 mg/kg* 75 mg/kg* 240 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	
Benzo(g,h,i)perileno	0,5 mg/kg*	Valor de prevenção	
Benzo(a)pireno	0,1 mg/kg* 0,2 mg/kg* 0,8 mg/kg* 2,7 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	
Criseno	1,6 mg/kg* 95 mg/kg* 600 mg/kg* 1600 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	
Dibenzo(a,h)antraceno	0,2 mg/kg* 0,3 mg/kg* 0,8 mg/kg* 2,9 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	
Fenantreno	3,6 mg/kg* 15 mg/kg* 40 mg/kg* 95 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	0,4 mg/kg* 3,4 mg/kg* 8 mg/kg* 30 mg/kg*	Valor de prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	

Meio	Concentração	Comentário	Referência <sup>1</sup>
<b>Água potável</b> Benzo(a)pireno	0,4 µg/L	VMP (Padrão de potabilidade)	Portaria GM/MS 888/2021
<b>Água subterrânea</b> Benzo antraceno Benzo pireno Benzo(b)fluoranteno <sup>2</sup> Benzo(k)fluoranteno Criseno Dibenzo(a,h)antraceno <sup>2</sup> Indeno(1,2,3-cd)pireno <sup>2</sup>  Benzo pireno	0,05 µg/L       0,01 µg/L	VMP (consumo humano)       VMP (recreação)	CONAMA 396/2008
<b>Água subterrânea</b> Antraceno Benzo(a) antraceno Benzo(b)fluoranteno Benzo(k)fluoranteno Benzo(a)pireno Criseno Dibenzo(a,h)antraceno Fenantreno Indeno(1,2,3-c,d)pireno	900 µg/L 0,4 µg/L 0,4 µg/L 4,1 µg/L 0,4 µg/L 41 µg/L 0,04 µg/L 140 µg/L 0,4 µg/L	VI	Valores orientadores para solo e água subterrânea no Estado de São Paulo- CETESB- DD 125/2021/E
<b>Águas doces</b> Benzo(a)antraceno Benzo(a)pireno Benzo(b)fluoranteno Benzo(k)fluoranteno Criseno Dibenzo(a,h)antraceno Indeno(1,2,3-cd)pireno  Benzo(a)pireno	0,05 µg/L 0,018 µg/L      0,7 µg/L	VM (classes 1 e 2) VM - pesca/cultivo de organismos (classes 1 e 2)      VM (classe 3)	CONAMA 357/2005
<b>Águas salinas</b> Benzo(a)antraceno Benzo(a)pireno Benzo(b)fluoranteno Benzo(k)fluoranteno Criseno Dibenzo(a,h)antraceno indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L	VM - pesca/cultivo de organismos (classes 1 e 2)	CONAMA 357/2005
<b>Águas salobras</b> Benzo(a)antraceno Benzo(a)pireno Benzo(b)fluoranteno Benzo(k)fluoranteno Criseno Dibenzo(a,h)antraceno Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L	VM - pesca/cultivo de organismos (classes 1 e 2)	CONAMA 357/2005

<sup>1</sup>As regulamentações podem ter alterações: Resolução CONAMA 420/2009, alterada pela Resolução CONAMA nº 460/2013; Resolução CONAMA nº 357, alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009 e nº 430, de 2011 e complementada pela Resolução nº 393, de 2007; <sup>2</sup>Descrito como benzo fluoranteno, dibenzo antraceno, indeno(1,2,3)pireno; \*Peso seco; APMAx = Área de Proteção Máxima; VI = Valor de Investigação (CONAMA)/ Valor de intervenção (CETESB); VMP = Valor Máximo Permitido; VM = Valor Máximo.

## Referências/Sites relacionados

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

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

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

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

<http://www.hpa.org.uk/>

<https://www.efsa.europa.eu/>

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

<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>