

## 3

**PRODUÇÃO, USOS E APLICAÇÕES DO ESTANHO**

O estanho é um metal de ocorrência natural, extraído do minério de cassiterita na forma de  $\text{SnO}_2$ . Na crosta terrestre pode ser encontrado em uma concentração que varia de 2 à 3 mg/Kg<sup>5</sup>. No ambiente, os compostos de estanho podem ser encontrados nas formas inorgânica e orgânica. São lançados no ambiente através de fontes naturais, associadas ao lançamento de Sn inorgânico (iSn), ou através de fontes antrópicas, relativas ao lançamento de compostos orgânicos de estanho<sup>6</sup>.

A produção anual de Sn tem crescido e chegou a 268 000 toneladas em 2003, sendo que deste total, 10 a 15 % do metal é reciclado. Mais de 22 países são produtores desse metal, porém, os maiores produtores de Sn são China, Indonésia, Peru, Brasil, Bolívia e Austrália<sup>10</sup>, que respondem por 93% da produção total anual de estanho<sup>5</sup>. Os Estados Unidos aparecem como sendo o principal produtor secundário de Sn, através de processo de reciclagem e/ou produção de compostos orgânicos do metal<sup>5</sup>.

Na sua forma inorgânica, o estanho, é um metal branco acinzentado e pode ser encontrado na forma de cloretos (II ou IV), óxido (II), fluoreto (II) e na forma de estانات de sódio e potássio. No ambiente, é encontrado sob a forma inorgânica (nos estados de oxidação  $\text{Sn}^{+2}$  e  $\text{Sn}^{+4}$ )<sup>5</sup>.

O principal uso do iSn é atribuído à ligas para soldas na indústria elétrica-eletrônica e, em suas aplicações gerais, este uso corresponde à 34% da produção global anual. Outra parte da produção, em torno de 25%, é usada como revestimento de proteção para outros metais, especificamente para alimentos enlatados<sup>6</sup>. Cloreto estanoso ( $\text{SnCl}_2$ ) aparece como o composto inorgânico mais importante, sendo utilizado, principalmente, como agente redutor em sínteses orgânicas e inorgânicas, na fabricação de vidros metalizados e em pigmentos na indústria de tingimento. Cloreto estânico ( $\text{SnCl}_4$ ) é usado em sínteses orgânicas, em plásticos e como intermediário na produção de compostos orgânicos e na

produção de filmes de óxido de titânio IV em vidros. É amplamente utilizado como estabilizador em perfumes e como sal de partida para fabricação de outros sais de estanho. Alguns processos industriais utilizam o óxido de estanho ( $\text{SnO}_2$ ) como catalisador e como pó de polimento para aço. Fluoreto estanoso é amplamente utilizado como agente para prevenção de cáries, enquanto que o sulfito de estanho é utilizado como agente de tingimento na madeira<sup>1</sup>. Entretanto, o consumo de compostos inorgânicos de Sn é pequeno quando comparado ao dos compostos orgânicos<sup>5</sup>.

Os compostos orgânicos são encontrados na forma tetra ( $\text{R}_4\text{Sn}$ ), tri ( $\text{R}_3\text{SnX}$ ), di- ( $\text{R}_2\text{SnX}_2$ ) e monosubstituída ( $\text{RSnX}_3$ ), onde R pode ser um grupamento arila ou alquila e X, um grupo aniônico. Os grupos R de maior importância comercial são o metil, butil, octil, ciclohexil e fenil, ao passo que os haletos, óxidos, hidróxidos e carboxilatos são os ânions mais comuns<sup>5</sup>.

Os compostos orgânicos de estanho (oSn) não são encontrados naturalmente no meio ambiente, e sim produzidos através de processos industriais, o que torna a contaminação específica ao seu uso<sup>5</sup>. Todavia, todos têm ampla aplicação na indústria, devido às suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Aproximadamente 70% da produção anual total de oSn é empregada como aditivos para estabilização térmica e contra a luz na indústria plástica e como catalisadores em espumas de poliuretano e silicones. O cloreto de polivinila (PVC) possui a tendência de se decompor quando aquecido em torno de  $200^\circ\text{C}$  ou após prolongada exposição à luz devido a perda de HCl do polímero<sup>3</sup>. Para prevenir esses tipos de degradação, alguns organoestanosos são adicionados, principalmente derivados mono e dialquilados em uma concentração que varia de 5 à  $20\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ <sup>3</sup>. Compostos mono e dialquilestanosos ( $\text{RSnX}_3$  e  $\text{R}_2\text{SnX}_2$ ) têm sido empregados como estabilizadores de alta eficiência na indústria de processamento de PVC durante 40 anos<sup>1</sup>. Além disso, estabilizantes contendo metil, octil, e dodecilestano também têm seu uso aprovado em recipientes alimento e bebidas, embalagens de comidas e cartelas de medicamentos na indústria farmacêutica<sup>1,8</sup>.

Diorganoestanosos são empregados na fabricação de antioxidantes<sup>6</sup>. A atividade biocida dos compostos trissubstituídos de estanho permite a sua aplicação na indústria naval, como agentes anti-incrustantes (algicidas) nos cascos dos navios. Tais produtos contêm 20%(m/m) de TBT (tributilestano) e são lentamente lavados dos cascos, passando para os corpos d'água<sup>1</sup>. Entretanto, este

uso, assim como os tipos de tinta a ele associado foram restritos em diversos países a partir de 1982<sup>5</sup>.

O TBT pode ainda ser encontrado em desinfetantes industriais, assim como compostos de TPhT (trifenilestanho) e triciclohexilestanho são conhecidos por seu uso como fungicidas e acaricidas<sup>3</sup>.

Desde 1960, o acetato de trifenilestanho e o hidróxido de trifenilestanho são utilizados como agentes fungicidas em cenouras, cebolas, arroz e são empregados na prevenção de doenças tropicais, em plantações de café, amendoim e cacau<sup>3</sup>. Já o óxido, o naftenato, e fosfato de tributilestanho são componentes de fungicidas na preservação de madeiras<sup>3</sup>. Recentemente, compostos tri-substituídos de fenilneopentilestanho foram adicionados à lista de biocidas agrícolas contendo estanho em sua formulação<sup>10</sup>.

Tabela 1 – Principais usos dos organocompostos, adaptado de Hoch<sup>3</sup>

<b>Aplicação Industrial</b>	<b>Função</b>	<b>Composto</b>
Estabilizadores de PVC	Estabilizador contra decomposição por calor ou luz	$\text{Me}_2\text{SnX}_2$ , $\text{Bu}_2\text{SnX}_2$ , $\text{Oct}_2\text{SnX}_2$ , ou $\text{MeSnX}_3$ , $\text{BuSnX}_3$ , $\text{OctSnX}_3$
Tintas Anti-Incrustantes	Biocida	$\text{Bu}_3\text{SnX}$ e $\text{Ph}_3\text{SnX}$
Agroquímicos	Fungicida, Inseticida, Miticida	$\text{Bu}_3\text{SnX}$ , $\text{Ph}_3\text{SnX}$ , $\text{Cy}_3\text{SnX}$
Preservação de Madeira	Inseticida, Fungicida	$\text{Bu}_3\text{SnX}$
Tratamento do Vidro	Precursor de filmes de óxido de Sn IV em vidros	$\text{Me}_2\text{SnX}_2$ , $\text{Bu}_3\text{SnX}$
Proteção de Materiais (pedras, couro e papel)	Fungicida, algicida, bactericida	$\text{Bu}_3\text{SnX}$
Impregnação de Tecidos	Inseticida	$\text{Ph}_3\text{SnX}$
Criação de Aves	Vermífugo	$\text{Bu}_2\text{SnX}_2$

Me=Metil, Bu=Butil, Ph=Fenil, Cy=Ciclohexil, Oct=Octil, X=halogênio