

ESCOLA  
SUPERIOR  
DE TECNOLOGIA  
DA SAÚDE  
DE LISBOA



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA**

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA**

**CARACTERIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E EVENTUAIS EFEITOS PARA A  
SAÚDE DA EXPOSIÇÃO PROFISSIONAL AO ESTIRENO NOS  
ORTOPROTÉSICOS**

FILIPE MIGUEL DOS SANTOS CATARINO

DOUTOR MÁRIO JORGE SALDANHA GOMES – PROF. ADJUNTO  
DA ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

**Mestrado em Segurança e Higiene do Trabalho (2º Ciclo)**

Lisboa, 2012

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA**

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA**

**CARACTERIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E EVENTUAIS EFEITOS PARA A  
SAÚDE DA EXPOSIÇÃO PROFISSIONAL AO ESTIRENO NOS  
ORTOPROTÉSICOS**

FILIPPE MIGUEL DOS SANTOS CATARINO

DOUTOR MÁRIO JORGE SALDANHA GOMES – PROF. ADJUNTO  
DA ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

**JÚRI**

DOUTORA SUSANA VIEGAS – PROF.<sup>a</sup> ADJUNTA DA ESCOLA SUPERIOR DE  
TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

DOUTOR JOÃO PAULO TEIXEIRA – INVESTIGADOR DO INSTITUTO NACIONAL  
DE SAÚDE DR. RICARDO JORGE

**Mestrado em Segurança e Higiene do Trabalho (2º Ciclo)**

(esta versão incluiu as críticas e sugestões feitas pelo júri)

Lisboa, 2012

## **Agradecimentos**

*Agradecimento - s.m. expressão ou facto que manifesta gratidão.*

A minha vai para:

Os meus pais e para a minha namorada, pelo carinho e afecto nos momentos mais difíceis, pois sem o apoio deles tudo teria sido uma utopia.

Os meus amigos, que de uma forma geral, directa ou indirectamente, me ajudaram nesta etapa.

À Ortopedia Moderna, pelo contributo e a todos os que fazem dela aquilo que é.

Os professores do Mestrado de Segurança e Higiene do Trabalho da ESTeSL, principalmente os da área científica de Saúde Ambiental, o meu obrigado pelos ensinamentos, que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

O Doutor Mário Gomes (ESTeSL), orientador deste trabalho e sem o qual teria sido difícil a sua conclusão. O meu muito obrigado por todos os comentários, sugestões e por me ter orientado durante todo este processo construtivo.

## Resumo

Com o presente trabalho pretende definir-se um protocolo de estudo que permita a avaliação da exposição ao estireno e dos efeitos para a saúde no ortoprotésico.

Constituíram ainda objectivos do presente estudo, conhecer as actividades que envolvem exposição ao estireno, conhecer a maior via de exposição e identificar os potenciais efeitos para a saúde associados com a exposição a este agente químico e caracterizar a exposição e eventuais efeitos para a saúde da exposição profissional a estireno nos Ortoprotésicos.

O estireno é um solvente orgânico amplamente usado na indústria, particularmente no fabrico de polímeros, plásticos reforçados e em várias actividades de laminação. As resinas poliéster são compostas por uma percentagem elevada de estireno.

A exposição ocupacional a este produto ocorre principalmente por inalação. Posteriormente é metabolizado pelo fígado em ácidos mandélico e fenilgloxílico, que são excretados pela urina. Tal como outros solventes orgânicos, o estireno é tóxico para o sistema nervoso central e é classificado como possível cancerígeno.

No âmbito da monitorização ambiental e biológica, foram identificados em vários estudos, os indicadores mais utilizados para medir e avaliar a exposição ao estireno: a concentração de estireno no ar e os biomarcadores, ácidos mandélico e fenilgloxílico, na urina e concentração de estireno no sangue. Foram ainda identificados os métodos de análise mais utilizados para a análise dos indicadores referidos: GC-FID para análise do ar, HPLC para análise da urina e GC-MS para análise do sangue.

*Estireno | Exposição Ocupacional | Resina Poliéster | Biomarcadores | Ortoprotésicos*

## Abstract

The present work aims to set up a study protocol that allows the assessment of styrene exposure and health effects in prosthetic technicians.

Specific objectives of this study are: knowing the activities involving exposure to styrene and the largest route of exposure and identify potential health effects associated with exposure to this chemical agent and characterize exposure and possible health effects of professional exposure to styrene in prosthetic technicians.

Styrene is an organic solvent widely used in industry, particularly in the manufacture of polymers, reinforced plastics and several activities lamination. The polyester resin comprises a high percentage of styrene.

The occupational exposure to this product occurs mainly by inhalation. It is then metabolized by the liver in mandelic and phenylglyoxylic acids, which are excreted in the urine. As other organic solvents, styrene is toxic to the central nervous system and is classified as a possible carcinogen.

In the context of environmental and biological monitoring, the most commonly used indicators to measure and evaluate the exposure to styrene have been identified in several studies: styrene concentration in the air and the biomarkers, mandelic and phenylglyoxylic acids, in the urine and styrene concentration in the blood. Analytical methods commonly used for the analysis of indicators listed were also identified: GC-FID for air analysis, HPLC for urine analysis and GC-MS for blood analysis.

*Styrene | Occupational Exposure | Polyester Resin | Biomarkers | Prosthetists and Orthotists*

## **Objectivo**

O objectivo geral deste trabalho é definir um protocolo de estudo que permita a avaliação da exposição ao estireno e dos efeitos para a saúde.

### **Objectivos Específicos**

- Conhecer as actividades que envolvem exposição ao estireno;
- Conhecer a maior via de exposição;
- Identificar os potenciais efeitos para a saúde associados com a exposição a este agente químico;
- Caracterização da exposição e eventuais efeitos para a saúde da exposição profissional ao estireno nos Ortoprotésicos.

## Índice Geral

<b>Agradecimentos</b>	<b>i</b>
<b>Resumo</b>	<b>ii</b>
<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>Objectivo</b>	<b>iv</b>
<b>Índice Geral</b>	<b>v</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b>	<b>xi</b>
<b>1. Conceitos Básicos sobre o Estireno</b>	<b>1</b>
1.1. Características Químicas e Físicas	1
1.2. Produção	2
1.3. Utilização	5
1.4. Exposição ao Estireno	8
1.4.1. Actividades que envolvem exposição ao estireno	8
1.4.2. Principais vias de exposição ao estireno	14
<b>2. Eventuais Efeitos para a Saúde da Exposição Profissional ao Estireno</b>	<b>17</b>
2.1. Lesões ADN	17
2.2. Doenças oncológicas	20
2.3. Visão	20
2.4. Audição	21
2.5. Vias respiratórias superiores	23
2.6. Vias respiratórias inferiores	24
2.7. Fígado	25
2.8. Coração	27
2.9. Neurológico/Comportamental	28
2.10. Órgãos Reprodutores/Função Hormonal	29
2.11. Doenças Dermatológicas	31
2.12. Factores que influenciam a exposição e metabolização do estireno	32
<b>3. Caracterização da Actividade Ortoprotésica</b>	<b>35</b>
3.1. Actividade que envolve maior exposição ao estireno	36
3.2. Caracterização da exposição profissional ao estireno nos Ortoprotésicos	37

3.3. Resumo dos dados técnicos das resinas poliéster presentes nas fichas de segurança	38
3.3.1. Principais vias de exposição das resinas poliéster	38
3.3.2. Efeitos para a saúde da exposição dos ortoprotésicos ao estireno nas resinas poliéster	39
<b>4. Protocolo de Avaliação de Exposição</b>	<b>41</b>
4.1. Riscos e Actividades	41
4.2. Amostragem e Questionário	42
4.3. Análise da Exposição Ocupacional	45
4.3.1 Monitorização Ambiental - Análise do Ar	46
4.3.2 Monitorização Biológica - Análise à Urina	47
4.3.3 Monitorização Biológica - Análise ao Sangue	49
4.4. Implementação de Medidas Preventivas	50
<b>Bibliografia</b>	<b>53</b>
<b>Anexos</b>	<b>67</b>
Anexo I – Norma Portuguesa 1796 (Setembro de 2007)	68
Anexo II – Fichas de Segurança	69
Anexo III – Método NIOSH 1501	149
<b>Apêndices</b>	<b>156</b>
Apêndice I – Áreas de trabalho do processo de produção de uma prótese	157
Apêndice II – Questionário de Avaliação	158
Apêndice III – Métodos de Análise de Amostras de Ar e Biomarcadores	161
Apêndice IV – Tabela Resumo de Métodos de Análise de Amostras de Ar e Biomarcadores	171

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1.1</b> – Propriedades físico-químicas de monómero de estireno.....	1
<b>Tabela 1.2</b> – Utilizações do Estireno .....	7
<b>Tabela 1.3</b> – Estimativas de Exposição para a População em Geral .....	9
<b>Tabela 1.4</b> – Estimativas de Exposição Ocupacional ao Estireno.....	9
<b>Tabela 1.5</b> – Limites de Exposição ao Estireno nos EUA .....	10
<b>Tabela 1.6</b> – Limites de Exposição ao Estireno na Europa.....	10
<b>Tabela 1.7</b> – Percentagem de trabalhadores expostos ao estireno por sector económico e por tipo de indústria .....	11
<b>Tabela 1.8</b> – Evolução nos níveis de exposição ao estireno.....	13
<b>Tabela 1.9</b> – Estireno nos alimentos.....	13
<b>Tabela 2.1</b> – Classificação dos Biomarcadores .....	17
<b>Tabela 2.2</b> – Biomarcadores de exposição (dose interna) para análise das lesões de ADN.....	18
<b>Tabela 2.3</b> – Biomarcadores de efeito e susceptibilidade para análise das lesões de ADN.....	18
<b>Tabela 2.4</b> – Monitorização da Exposição para análise das lesões Auditivas .....	22
<b>Tabela 2.5</b> – Monitorização da Exposição para análise das lesões ao nível das Vias Respiratórias superiores .....	23
<b>Tabela 2.6</b> – Monitorização da Exposição para análise das lesões ao nível das Vias Respiratórias inferiores .....	24
<b>Tabela 2.7</b> – Monitorização da Exposição para análise das lesões Hepáticas .....	25
<b>Tabela 2.8</b> – Sintomas Neurológicos e Comportamentais .....	28
<b>Tabela 2.9</b> – Monitorização da Exposição para análise das lesões ao nível das Funções Hormonais e Reprodutoras .....	30
<b>Tabela 2.10</b> – Método de Amostragem e Análise para análise Dermatológica .....	31
<b>Tabela 2.11</b> – Monitorização da Exposição para análise de factores que influenciam a exposição ao estireno.....	32
<b>Tabela 3.1</b> – Resumo dos dados técnicos das resinas poliéster.....	38
<b>Tabela 4.1</b> – Dimensão da População em Estudo .....	42

<b>Tabela 4.2</b> – Indicadores aferidos pelo questionário.....	44
<b>Tabela 4.3</b> – Método GC-FID – NIOSH 1501 .....	47
<b>Tabela 4.4</b> – Valores de referência para a monitorização biológica da exposição ao estireno.....	48
<b>Tabela 4.5</b> – Método HPLC – Kivisto, 1993 .....	49
<b>Tabela 4.6</b> – Método GC-MS – Tornero-Velez, 2001.....	50

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.1</b> – Processo convencional de Desidrogenação de Etilbenzeno.....	3
<b>Figura 1.2</b> – Processo de co-produção de Monómero de Estireno/Óxido de Propileno	4
<b>Figura 1.3</b> – Processo de produção de Estireno via Benzeno e Etano .....	5
<b>Figura 1.4</b> – Peso das várias categorias na produção total de Resinas .....	6
<b>Figura 3.1</b> – Processo de produção de uma prótese e sua exposição ao estireno .....	36



## Lista de Abreviaturas

**ACGIH** – American Conference of Governmental Industrial Hygienists

**ADN** – Ácido desoxirribonucleico

**ALT** – Alanina aminotransferase

**AST** – Aspartato aminotransferase

**ATSDR** – Agency for Toxic Substances and Disease Registry

**CAS** – Número de registo de substância química

**CS<sub>2</sub>** – Dissulfureto de Carbono

**D.L.** – Decreto-Lei

**EUA** – Estados Unidos da América

**EPA** – U.S. Environmental Protection Agency

**g** – Grama

**GC** – Gas Chromatography (ou Cromatografia gasosa)

**GC-FID** – Gas Chromatography - Flame Ionization Detector (ou Cromatografia gasosa com detector de ionização de chama)

**GC-MS** – Gas Chromatography - Mass Spectrometry (ou Cromatografia gasosa com espectrometria de massa)

**Gd** – Gadolínio

**GGT** – Gama-glutamil transferase

**h** – Hora

**He** – hélio

**Hg** – Mercúrio

**HPLC** – High Performance Liquid Chromatography (ou Cromatografia líquida de alto desempenho)

**HSE** – Health and Safety Executive

**Hz** – Hertz

**IARC** – International Agency for Research on Cancer

**ICRC** – International Committee of the Red Cross (ou Comité Internacional da Cruz Vermelha)

**INRS** – Institut National de Recherche et de Sécurité

**kg** – Quilogramas

**lb** – Libras

**m** – Metro

**m<sup>3</sup>** – Metro cúbico

**MA** – Ácido Mandélico

**MAK** – Maximum workplace concentration

**mg** – Miligramas

**min** – Minutos

**mL** – Mililitros

**mm** – Milímetros

**N<sub>2</sub>** – Azoto

**n.d.** – Não disponível

**NIOSH** – National Institute of Occupational Safety and Health

**nm** – Nanómetro

**NOES** – National Occupational Exposure Survey

**NRC** – US National Research Council

**OMS** – Organização Mundial de Saúde

**OSHA** – U.S. Occupational Safety and Health Administration

**PEL** – Permissible Exposure Level

**PGA** – Ácido Fenilgloxílico

**ppb** – Partes por bilião

**ppm** – Partes por milhão

**REL** – Recommended Exposure Level

**SO** – Óxido de Estireno

**SO-Hb** – Óxido de Estireno-Hemoglobina

**Sr** – Estrôncio

**STEL** – Short-term exposure limit

**T4** – Tiroxina

**TLV** – Threshold Limit Value

**TWA** – Time Weighted Average

**µL** – Microlitros

**µm** – Micrómetros

**VLE-MP** – Valor limite de exposição - média ponderada

**VLE-CD** – Valor limite de exposição - curta duração

**WHO** – World Health Organization

## 1. Conceitos Básicos sobre o Estireno

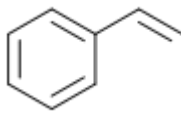
### 1.1. Características Químicas e Físicas

O estireno ( $C_8H_8$  ou  $C_6H_5CH=CH_2$ ), também conhecido por vinilbenzeno, etnilbenzeno e fenileno, é um hidrocarboneto aromático não saturado e um dos mais importantes produtos químicos orgânicos (CAS N.º 100-42-5). As propriedades físico-químicas mais importantes encontram-se resumidas na tabela 1.1.

É um líquido incolor, com um odor doce e volátil à temperatura ambiente (Harrison, 1990). O limiar de odor do estireno é de 0,05 ppm no ar. O estireno é um líquido volátil com uma baixa pressão de vapor (pressão de vapor a 20° C = 4,5 mmHg). Apesar de ser solúvel nalguns solventes (óleos, gorduras, resinas, borrachas e plásticos), a sua solubilidade em água é baixa (ATSDR, 2007). O estireno pertence à família dos alquilbenzenos e dos hidrocarbonetos aromáticos que contêm um único anel benzénico.

Devido à elevada reatividade da ligação dupla, o estireno polimeriza e co polimeriza facilmente à temperatura ambiente. Temperaturas mais elevadas aumentam a velocidade das reações anteriores. O estireno é armazenado na forma de gás inerte ou estabilizado com *t*-butilcatecol. Os vapores de estireno também são muito reactivos no ar, reagindo prontamente com vários compostos incluindo o ozono (WHO,1983; Rueff, 2009).

**Tabela 1.1 – Propriedades físico-químicas de monómero de estireno**

<b>Estrutura química</b>	
<b>Peso molecular</b>	104,15 g mol <sup>-1</sup>
<b>Fórmula molecular</b>	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>
<b>Ponto de ebulição</b>	145,15 °C
<b>Ponto de congelação</b>	-30,6 °C
<b>Densidade</b>	0,906 g ml <sup>-1</sup>
<b>Solubilidade</b>	Muito pouco solúvel em água; miscível com álcool, éter, metanol, acetona e dissulfureto de carbono.

O estireno foi descoberto em 1827 por Bonastre, durante uma experiência com extractos alcoólicos de bálsamo de estoraque (árvore do género botânico *Liquidambar orientalis*, comumente conhecida como Liquidâmbar Oriental ou Liquidâmbar Turca, predominante na zona do Mediterrâneo oriental) (Bonastre, 1827; Tossavainen, 1978). Apesar do estireno ser conhecido por polimerizar facilmente, muitos dos métodos de polimerização apenas foram desenvolvidos ao longo do século XIX (Harrison, 1990). Contudo não existiu nenhuma aplicação comercial até 1925, pois os polímeros eram frágeis e facilmente quebrados.

O primeiro avanço tecnológico na produção do estireno foi desenvolvido pela Dow Chemical & Company e pela BASF, que desenvolveram um processo para a fabricação de estireno através da desidrogenação do etilbenzeno. Em 1937, estas duas empresas foram responsáveis pela fabricação de um monómero de alta pureza, que poderia ser polimerizado num plástico estável, claro e incolor. Durante a Segunda Guerra Mundial, o estireno tornou-se importante para fabricação de borracha sintética (Tossavainen, 1978; Rueff, 2009).

## 1.2. Produção

Sendo um solvente orgânico, o estireno faz assim parte de um grupo químico de líquidos utilizados como diluentes, dispersantes ou solubilizantes. Os solventes orgânicos podem ser divididos em diversas categorias de acordo com a sua estrutura química (Lundberg, 2005):

- Alifáticos: *n*-hexano
- Aromáticos: benzeno, tolueno, xileno e estireno
- Halogenados: clorometileno, clorofórmio, tricloroetileno, tetracloroetileno e metil clorofórmio
- Ésteres: acetato de etilo
- Cetonas: acetona
- Álcoois: metanol, etanol, *i*-propanol *n*-butanol

A obtenção de solventes aromáticos, largamente aplicados na indústria química, deveu-se sobretudo ao desenvolvimento da química orgânica (século XVIII) e da destilação de alcatrão de carvão (Lundberg, 2005). Posteriormente difundiu-se o uso de petróleo como matéria-prima para a produção destes solventes.

Assim, uma das principais formas de obtenção de estireno provém de petróleo bruto ou gás liquefeito de petróleo. A primeira etapa envolve a transformação de óleo bruto ou gás em estireno. Através de um processo de destilação, o petróleo é refinado para a produção de nafta, óleo de aquecimento e gasolina. A nafta é posteriormente processada por quebra de vapor na produção de etileno, propileno e uma mistura de compostos monocíclicos incluindo o benzeno. Finalmente, o benzeno é misturado com etilbenzeno (Miller, 1994; Morata, 2002).

Essencialmente existem 2 processos de produção de estireno (Tossavainen, 1978) e ambos têm por base a utilização de etilbenzeno, composto preparado a partir do benzeno e etileno (James, 2011). Um dos métodos mais comumente usados envolve a desidrogenação catalítica de etilbenzeno puro. Esta reação é feita em fase gasosa (Tossavainen, 1978). Nos anos 70, nos EUA, Japão e Espanha, surgiu um outro método, o processo oxidativo, que consiste na produção do estireno como um co-produto em conjunto com o óxido de propileno (Tossavainen, 1978).

### A. Desidrogenação de Etilbenzeno

A principal fonte de estireno é a síntese industrial através da desidrogenação de etilbenzeno na presença de inibidores de polimerização (Rueff, 2009; ATSDR, 2010). Estima-se que este processo represente mais de 90% da produção mundial de estireno (Miller, 1994).

Para a desidrogenação catalítica do etilbenzeno, este é misturado na sua fase gasosa com 10-15 vezes o seu volume com vapor a alta-temperatura e passado por um catalisador sólido. Neste catalisador ocorre uma reacção química endotérmica reversível. A selectividade para o Estireno é 93-97%. Os principais subprodutos são o benzeno e o tolueno (ChemSystems, 2009).

Fases do Processo
1. Alquilação de benzeno com etileno
2. Purificação do etilbenzeno
3. Desidrogenação do etilbenzeno
4. Purificação do estireno

Reacção
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2$ <p>etilbenzeno                      estireno</p>

Figura 1.1 – Processo convencional de Desidrogenação de Etilbenzeno

## B. Co-produção de Monómero de Estireno/Óxido de Propileno

O método POSM (Propylene Oxide/Styrene Monomer), em que o estireno é co-produzido com óxido de propileno, foi demonstrado como sendo uma alternativa comercialmente viável. Neste processo o etilbenzeno reage com o oxigénio para formar o hidroperóxido de etilbenzeno. Este hidroperóxido é então usado para oxidar o propileno para óxido de propileno. O feniletanol resultante é desidratado para formar o Estireno (ChemSystems, 2009).

Fases do Processo	
1.	Alquilação de benzeno com etileno
2.	Reacção do etilbenzeno com oxigénio
3.	Reacção do hidroperóxido de etilbenzeno com propileno
4.	Recuperação do propileno não reagido
5.	Hidrogenação do hidroperóxido de etilbenzeno não reagido em 2-fenil-etanol
6.	Recuperação do etilbenzeno e óxido de propileno não reagido
7.	Desidratação do 2-fenil carbinol em estireno
8.	Purificação do estireno
Reacção	
$C_6H_5CH_2CH_3 + O_2 \rightarrow C_6H_5CHOOHCH_3$	
etilbenzeno	hidroperóxido de etilbenzeno
$C_6H_5CHOOHCH_3 + CH_3CH = CH_2 \rightarrow C_6H_5CHOHCH_3 + CH_3CHCH_2O$	
	propileno                      metil fenil carbinol                      óxido de propileno
$C_6H_5CHOHCH_3 \rightarrow C_6H_5CH = CH_2 + H_2O$	
	estireno

Figura 1.2 – Processo de co-produção de Monómero de Estireno/Óxido de Propileno

## C. Estireno via Metanol e Tolueno

A capacidade de produzir com sucesso estireno a partir de tolueno e metanol, teria um impacto relevante no mercado de estireno, uma vez que os seus custos de produção seriam significativamente reduzidos. Assim, têm sido levadas a cabo várias tentativas de desenvolvimento de tal processo. A Exelus Inc. (Livingston, New Jersey, EUA) afirma ter desenvolvido um processo de produção comercialmente viável, a partir do tolueno e metanol, a 425°C e à pressão atmosférica, forçando estes dois componentes a passar através de um catalisador zeólito que produz uma mistura estireno/etilbenzeno numa proporção de 9:1 (Ritter, 2007; ChemSystems, 2009).

## D. Estireno via benzeno e etano

Outra forma de produção de estireno assenta na utilização de benzeno e etano. Este processo está a ser desenvolvido pela Snamprogetti S.p.A. (empresa de engenharia detida pela Italiana Eni) e pela Dow Chemical Company (EUA, fabricante de produtos químicos). O etano e o etilbenzeno são introduzidos num reator de desidrogenação com um catalisador capaz de produzir em simultâneo estireno e etileno. O efluente de desidrogenação é então arrefecido e separado e o etileno é reciclado numa unidade de alquilação. Este processo procura superar limitações anteriormente identificadas em tentativas de produzir estireno a partir de benzeno e etano, tais como a ineficiente recuperação de compostos aromáticos, produção de elevados níveis de alcatrões e ineficiente separação de hidrogénio e etano (ChemSystems, 2009).

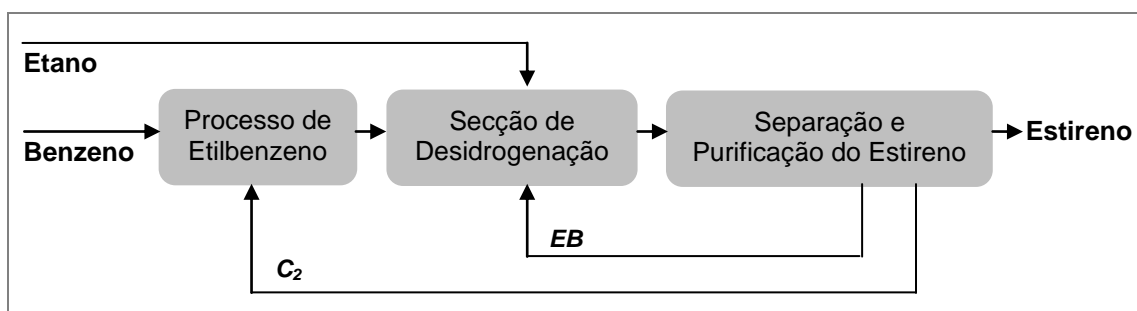


Figura 1.3 – Processo de produção de Estireno via Benzeno e Etano

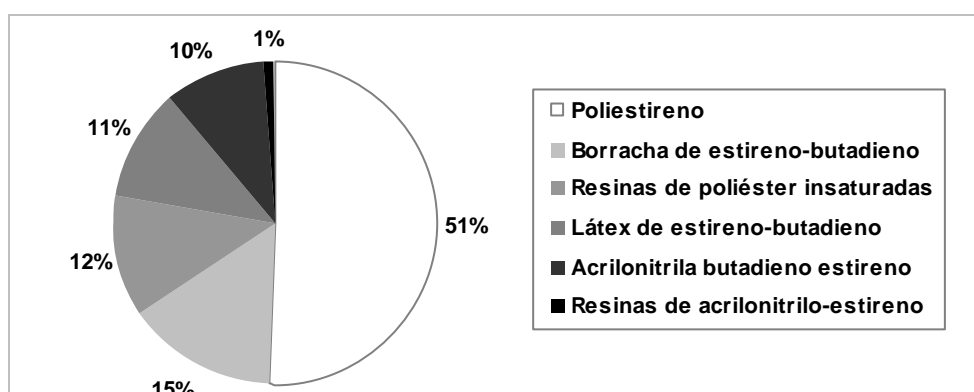
### 1.3. Utilização

A produção mundial de estireno cresceu, de menos de 30.000 toneladas em 1938 para 2,5 milhões de toneladas em 1965 e para cerca de 7 milhões de toneladas em 1977. Para o período de 1965-1977, a procura de estireno tinha uma taxa de crescimento média de 12% ao ano (Tossavainen, 1978). Em 1994, o estireno foi considerado o 20.º, no conjunto de produtos químicos produzidos em todo o mundo, com 50 milhões de toneladas (Top 50 de produção de produtos químicos, 1995) (Rueff, 2009). A produção mundial total de estireno foi de aproximadamente  $16,5 \times 10^6$  toneladas em 1995 (Kirk-Othmer, 1997). Cerca de  $18 \times 10^6$  toneladas de estireno foram produzidas em 1998, a nível mundial. A América do Norte, a Europa Ocidental e a Ásia contribuíram com cerca de 93% da produção total (IARC, 2002). Muitos factores contribuíram para esse crescimento, incluindo (Miller, 1994; Morata, 2002):

- O estireno é fácil e seguro de manusear;
- Pode ser polimerizado sob uma variedade de condições, através de métodos comuns de tecnologia de plásticos;
- Pode ser polimerizado para um grande número de polímeros e copolímeros de propriedades e aplicações diferentes.

O estireno é um produto químico comercialmente importante e amplamente utilizado na fabricação de borracha sintética, resinas, poliésteres e plásticos. As principais utilizações do estireno são: fabricação de poliestireno (para construção civil e materiais de embalagem); indústria de borracha (pneus e peças automóveis); indústria de plásticos reforçados (barcos, banheiras/cabines de duche, aparelhos domésticos e de escritório) (WHO, 1983).

A utilização de estireno para a produção dos vários tipos de resinas nos EUA, em 1998, distribuía-se de acordo com a figura 1.4 (Society of the Plastics Industry Inc., 1998).



**Figura 1.4 – Peso das várias categorias na produção total de Resinas**

Como já referido, o estireno é uma matéria-prima química extremamente importante, usado extensivamente para a produção de inúmeros polímeros e co-polímeros, que incluem:

**Tabela 1.2 – Utilizações do Estireno**

Categoria	Definição	Aplicações	Referências
<b>Poliestireno (PS)</b>	Resultante da polimerização do monómero de estireno	Material de embalagem (por exemplo para ovos o produtos lácteos), recipientes descartáveis para alimentos (take away), cutelaria, caixas de CD e DVD, detectores de fumo.	Cruzan, 1998; Takao, 2000; Kitamura, 2003; Boccellino, 2003; Clay, 2004; Kishi, 2005; Hoffmann, 2006; Dalton, 2007; Eitaki, 2008; Wongvijitsuk, 2011
<b>Poliestireno expandido (EPS)</b>	Espuma moldada constituída por um aglomerado de grânulos	Esferovite, usada na construção civil e na confecção de caixas térmicas para armazenamento de bebidas e alimentos.	Clay, 2004
<b>Acrilonitrilo butadieno estireno</b>  (ABS - Acrylonitrile butadiene styrene)	Copolímero composto pela combinação de acrilonitrilo, butadieno e estireno	Sistema de tubagens para ventilação e resíduos, instrumentos musicais, tacos de golfe, componentes para automóveis, invólucros de electrodomésticos e outros dispositivos eléctricos, capacetes de segurança, mobiliário, malas de bagagem, pequenos aparelhos de cozinha e alguns brinquedos, incluindo as peças de Lego.	Cruzan, 1998; Takao, 2000; Clay, 2004
<b>Borracha de estireno-butadieno</b>  (SBR - styrene-butadiene rubber)	Borracha sintética, copolímero do estireno e do butadieno	Pneus, componentes para automóveis, solas e saltos para sapatos, tábuas de corte (cozinha) e pastilhas elásticas.	Cruzan, 1998; Takao, 2000; Boccellino, 2003; Clay, 2004; Kishi, 2005; Serdar, 2006; Dalton, 2007; Eitaki, 2008; Wongvijitsuk, 2011
<b>Látex de estireno-butadieno</b>  (SBL - styrene-butadiene latex)	Polímero com base de água, que se produz através da polimerização de estireno e butadieno	Protecção de tapetes, material de estofagem e revestimento de papel.	Cruzan, 1998; Takao, 2000; Dalton, 2007
<b>Estireno-Etileno Butadieno-Estireno</b>  (SEBS - styrene-ethylene / butylene-styrene)	Elastómero termoplástico (TPE) poliestirénico	Punhos de guiador, escovas de dentes, protectors bucais para desporto e fraldas (componente elástico). A Green Peace refere o SEBS como uma alternativa aceitável ao PVC no fabrico de brinquedos.	
<b>Estireno-divinilbenzeno</b>  (S-DVB - styrene-divinylbenzene)	Copolímeros de estireno e divinilbenzeno	Produção de resinas de troca iónica, usadas em larga escala em diferentes processos de separação, purificação e descontaminação, como por exemplo, purificadores de água.	James, 2011
<b>Resinas de acrilonitrilo-estireno</b>  (SAN - styrene-acrylonitrile resin)	Copolímero de estireno e acrilonitrilo, largamente utilizado em substituição do poliestireno devido à sua maior resistência térmica	Material de embalagem, recipientes para alimentos, invólucros de baterias, componentes de computador e fibras ópticas.	Cruzan, 1998; Takao, 2000; Clay, 2004; Serdar, 2006
<b>Resinas de poliéster insaturadas</b>  (UPR – Unsaturated polyester Resins)	Polímero contendo insaturações vinílicas dissolvidas num monómero reactivo, normalmente o monómero de estireno.  O composto de resinas de poliéster insaturado com fibra de vidro dá origem ao: <b>Plástico reforçado com fibra de vidro</b> (FRP - fiberglass reinforced plastic)	Compostos de moldagem e toners de impressoras a laser.  Barcos, piscinas, tanques, cabines de duche e banheiras, mesas de cozinha e aparelhos domésticos.	Boccellino, 2003; Clay, 2004; Kishi, 2005; Dalton, 2007  Cruzan, 1998; Minamoto, 2002; Nakayama, 2004; Serdar, 2006; Eitaki, 2008; Wongvijitsuk, 2011

Na indústria da borracha butadieno-estireno, os principais contaminantes são o butadieno, o benzeno, o dissulfureto de carbono e o tricloroetileno, enquanto os principais co-contaminantes associados à indústria de plásticos reforçados são as fibras de vidro e a acetona (WHO, 1983).

## **1.4. Exposição ao Estireno**

### **1.4.1. Actividades que envolvem exposição ao estireno**

#### **A. Exposição Ambiental**

Devido à ampla utilização comercial do estireno, o contacto com o mesmo ocorre através do ar, água, alimentos, produtos de consumo e em materiais de desperdício. A Agência de Protecção Ambiental de Emissões Tóxicas dos EUA, indica que aproximadamente 24 mil toneladas de estireno são libertadas de diversas fontes anualmente (ACGIH, 2001). A poluição do meio ambiente pelo estireno verifica-se essencialmente pelas descargas industriais e municipais (WHO, 1983). A Organização Mundial de Saúde (OMS) aponta ainda como fontes de emissão de estireno, o gás dos escapes, o fumo do tabaco e de outros processos de combustão e de pirólise.

De igual forma, outros autores apontam como fontes principais da existência de estireno no ar atmosférico, as actividades industriais (EPA, 1987; Miller, 1994) e os escapes dos veículos automóveis (Hampton, 1982; EPA, 1987; Warner-Selph, 1989; Kirchstetter, 1999). A nível ambiental, as medições de estireno no ar normalmente apresentam concentrações de aproximadamente 1 ppb (em volume) ou mais baixas, embora concentrações superiores a 5 ppb sejam registadas ocasionalmente em algumas áreas urbanas (Miller, 1994).

Vários estudos sugerem que a exposição ao estireno é, aproximadamente, seis vezes maior para fumadores do que para não-fumadores, concluindo que o fumo do tabaco é a principal fonte de exposição ao estireno para fumadores e verificando-se que fumar um único cigarro proporciona até 6 µg de estireno (Wallace, 1987; Wallace, 1996).

**Tabela 1.3 – Estimativas de Exposição para a População em Geral**

(Johnson, 1999)

Tipo de Exposição	Média Anual Máxima	Média ao longo da vida
Exposição ambiental típica	1 ppb	1 ppb
Exposição ambiental elevada	5 ppb	5 ppb
Exposição de um fumador	6 ppb	< 6 ppb
Exposição de morador de uma zona a 100m de uma fábrica com emissões de 100.000 lb por ano (cerca de 45.000 kg)	12 ppb	2,8 ppb
Exposição de morador de uma zona próxima de uma fábrica com emissões de 1 milhão de lb por ano (cerca de 450.000 kg)	700 ppb	219 ppb

## B. Exposição Ocupacional

As concentrações no ar em ambientes de trabalho são geralmente maiores, embora sejam altamente variáveis. Em ambiente laboral, as concentrações no ar estão actualmente abaixo de 10 ppm, excepto na indústria de plásticos reforçados, onde são comuns níveis de 20 ppm ou superiores. Na tabela 1.4 encontram-se os níveis de exposição ocupacional ao estireno, registados em várias indústrias ao longo dos anos em vários estudos sobre o tema.

**Tabela 1.4 – Estimativas de Exposição Ocupacional ao Estireno**

Indústria	Exposição Estimada	Referências
Plásticos Reforçados	9 – 90 ppm	Rappaport, 1996 ; Nylander-French 1999
	20 ppm	Migliore, 2002
	2 – 91 ppm (média 27 ppm)	Teixeira, 2004
	0,3 – 133,5 ppm (média 52,3 ppm)	Ma, 2005
	15 – 25 ppm	Dalton, 2007
	0 – 194 ppm (média 16,6 ppm)	Chen, 2007
Actividades de Laminagem	23 – 171 ppm	Serdar, 2006
	30 – 60 ppm (máximo de 205 ppm)	Triebig, 2009
Área de moldes fechados	7,04 – 7,34 ppm	Carlo, 2007
	12 – 21 ppm	Van Rooij, 2008
Processo de abertura de moldes	Laminagem de peças pequenas: 11,6 ppm	Carlo, 2007
	Laminagem de peças grandes: 13 ppm	

Relativamente à exposição ao estireno, é importante salientar que os limites de exposição ao mesmo variam significativamente de país para país. O limite de exposição proposto para este químico adoptado pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) é de 20 ppm (partes por milhão) para uma média de 8 horas diárias de trabalho (Time Weighted Average - TWA), enquanto que para exposição ao estireno de curta duração o limite pode ascender a 40 ppm. Na tabela 1.5 encontram-se os limites de exposição definidos por várias entidades norte-americanas.

**Tabela 1.5 – Limites de Exposição ao Estireno nos EUA**  
(IARC, 2002)

Entidade	Ano	Interpretação	Limite de Exposição		
American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)	2001	Valor limite (TLV)	Média ponderada de tempo (TWA)	20 ppm	85 mg/m <sup>3</sup>
			Limite de exposição de curto prazo (STEL)	40 ppm	170 mg/m <sup>3</sup>
U.S. Occupational Safety and Health Administration (OSHA)	2001	Nível de exposição permissível (PEL)	Média ponderada de tempo (TWA)	100 ppm	426 mg/m <sup>3</sup>
			Limite máximo	200 ppm	852 mg/m <sup>3</sup>
National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)	2000	Nível de exposição recomendado (REL)	Média ponderada de tempo (TWA)	50 ppm	213 mg/m <sup>3</sup>
			Limite máximo	100 ppm	426 mg/m <sup>3</sup>

Na Europa, os limites de exposição ocupacional ao estireno, para uma média de 8 horas diárias de trabalho, variam entre 20 ppm (Alemanha) e 100 ppm (Reino Unido). Os limites para uma exposição ocupacional de curta duração variam entre 75 ppm (Suécia) e 250 ppm (Reino Unido) (Van Rooij, 2008).

**Tabela 1.6 – Limites de Exposição ao Estireno na Europa**  
(IARC, 2002)

Entidade	Ano	Limite de Exposição		
Finlândia	2002	Média ponderada de tempo (TWA)	20 ppm	85 mg/m <sup>3</sup>
		Limite de exposição de curto prazo (STEL)	100 ppm	430 mg/m <sup>3</sup>
Alemanha	2001	Concentração máxima no local de trabalho (MAK)	20 ppm	85 mg/m <sup>3</sup>
Japão	2000	Média ponderada de tempo (TWA)	20 ppm	85 mg/m <sup>3</sup>
Reino Unido	2000	Média ponderada de tempo (TWA)	100 ppm	430 mg/m <sup>3</sup>
		Limite de exposição de curto prazo (STEL)	250 ppm	1.065 mg/m <sup>3</sup>

Em Portugal, a Norma Portuguesa 1796 de Setembro de 2007, sobre “Segurança e Saúde do Trabalho - Valores limite de exposição profissional a agentes químicos” (Anexo I), aponta como 20 ppm o valor limite de exposição média (VLE-MP ou Valor limite de exposição – média ponderada é a concentração média ponderada para um dia de trabalho de 8 horas e uma semana de 40 horas) e como 40 ppm o valor limite para exposição de curta duração (VLE – CD ou Valor limite de exposição – curta duração é definido como uma exposição de 15 minutos que nunca deve ser excedida durante o dia de trabalho).

A exposição ao estireno pode ser analisada por tipo de indústria ou grupos de indivíduos com tarefas e funções semelhantes. Foi estimado pela NIOSH (NOES, 1988-1990) que cerca de meio milhão de trabalhadores americanos estão expostos ao estireno como parte regular das suas funções, enquanto em França são cerca de 30.000 os trabalhadores expostos. O sector secundário (Indústria) é o que tem o maior número de trabalhadores expostos ao estireno. Na tabela 1.7 podem observar-se as estimativas (baseadas em dados de pesquisa da NIOSH – NOES 1988-1990) do número total de trabalhadores expostos ao estireno por sector económico e os percentuais expostos para cada grande agrupamento da indústria, com indústrias individuais listadas no grupo de fabricação. A indústria que tem a estimativa mais elevada de trabalhadores expostos ao estireno é a indústria química, com 15,6%, seguido pela indústria de alimentos, com 13,5% (tabela 1.7).

**Tabela 1.7 – Percentagem de trabalhadores expostos ao estireno por sector económico e por tipo de indústria**

NIOSH (National Occupational Exposure Survey, 1988-1990)

Sector Económico		% de Trabalhadores expostos
<b>Agricultura</b>		0,02%
<b>Minério</b>		0,09%
<b>Construção</b>		3,51%
<b>Indústria</b>	Química	15,60%
	Alimentar	13,50%
	Plástico e borracha	7,95%
	Pedra, barro e vidro	2,83%
	Equipamentos eléctricos	2,51%
	Equipamento de transporte	2,19%
<b>Transportes e Comunicação</b>		1,78%
<b>Retalho</b>		13,74%
<b>Finanças, Seguros e Imobiliário</b>		2,19%

Os trabalhadores podem estar expostos ao estireno em diversas indústrias, tais como, a produção de estireno, poliestireno e produção de outras resinas de polímeros contendo estireno, plásticos, produtos de borracha, fabricação de poliéster reforçado com compósitos-plásticos e uso de produtos contendo estireno, tais como tintas, adesivos, limpadores de metal e vernizes. Tal como já mencionado, a maior exposição foi medida na indústria de plásticos reforçados. A exposição média dos trabalhadores ao estireno em fábricas de produção de estireno e de polimerização foi estimada, como sendo raramente superior a 20 ppm, geralmente devido a descargas ocasionais e a fugas de reactores, tubulações e outros equipamentos. Diversas pesquisas realizadas entre 1962 e 1976 em fábricas nos Estados Unidos, dedicadas ao desenvolvimento ou fabrico de produtos à base de estireno, mostraram que a exposição média dos trabalhadores em todos os postos de trabalho foi inferior a 10 ppm, com picos ocasionais até 50 ppm (IARC, 2002).

O estireno serve como um solvente e um reagente para a resina de poliéster insaturado, em que constitui cerca de 40% em peso. Durante a laminação e a polimerização, cerca de 10% do estireno pode evaporar para o ar do local de trabalho (IARC, 2002). Existem ainda vários factores que podem influenciar o nível de estireno no ambiente de trabalho. A fabricação de objectos com grandes áreas de superfície, tais como barcos, peças de camião, banheiras e chuveiros são processos que provocam uma maior exposição. Os mais altos níveis de exposição humana ao estireno ocorrem no ambiente ocupacional, especialmente durante a produção de produtos de plástico reforçado, que envolvem operações de lay-up ou spray-up manual. Nesses ambientes, a absorção de estireno ocorre principalmente por inalação e, em menor extensão, via contacto com a pele (Rueff, 2009).

Apesar da exposição ocupacional ao estireno continuar a ser substancialmente maior do que a exposição do público em geral, esta tem vindo a ser reduzida ao longo dos anos, como se pode observar na tabela 1.8, sobretudo devido à actividade de Higiene e Segurança no Trabalho e à melhoria das regulamentações que se têm tornado mais rigorosas (Rueff, 2009).

**Tabela 1.8 – Evolução nos níveis de exposição ao estireno**

Indústria	Período	Exposição Estimada	Referências
Indústria de Moldes Abertos	Décadas de '70 e '80	150 ppm	Van Rooij, 2008
	A partir da década de '90	12 – 58 ppm	
Indústria dos Plásticos Reforçados	Década de '60	180 ppm	Kolstad, 1995
	Décadas seguintes	54 ppm	
	Década de '60	200 ppm	Welp, 1996
	Década de '80	20 – 40 ppm	
Laminagens	Década de '50	200 ppm	Kogevinas, 1994
	Década de '60	100 ppm	
	Décadas de '80	20 ppm	
Laminagem de produtos de plástico reforçado	Em 1981	50 ppm	Anttila, 1998
	Em 1987	20 ppm	

### C. Estireno nos alimentos

É importante salientar que o estireno está presente naturalmente em alguns alimentos (tabela 1.9) e é produzido como um metabolito nos processos de fabrico de alguns alimentos (por exemplo, vinho, cerveja, cereais e queijos) (Steele, 1994). Para além disso, os alimentos processados e embalados podem conter pequenas quantidades de estireno, que é libertado das embalagens para os alimentos (Miller, 1994).

**Tabela 1.9 – Estireno nos alimentos**  
(Maarse, 1992)

Alimentos	Concentração (µg/ kg)	
Fruta	Groselha	60
	Arando	25
	Kiwi	2
	Papaia	0.1
Vegetais	Ervilhas	5
	Lentilhas	5
	Feijão	4
Ovos		2 – 6
Carne	Salsicha de Peru	100
	Galinha-do-mato	1
Bebidas Alcoólicas	Cerveja	70
	Vinho Tinto	0 – 10

## **D. Estireno na água**

Devido à rápida biodegradação e volatilidade do estireno, este não persiste durante muito tempo na água (superficial ou subterrânea) (Alexander, 1997). Vários estudos realizados nos EUA a reservas de água para consumo doméstico revelaram que a presença de estireno é limitada (inferior a 1 µg/L) ou mesmo inexistente (Wallace, 1986; EPA, 1987; Miller, 1994). Assim, a ingestão ou exposição cutânea ao estireno através da água revela-se insignificante (Miller, 1994).

### **1.4.2. Principais vias de exposição ao estireno**

Apesar do estireno ser considerado menos tóxico que o benzeno e os hidrocarbonetos, que são cancerígenos comprovados, o IARC (2002) classifica o estireno como possivelmente cancerígeno para o ser humano (Grupo 2B), enquanto o óxido de estireno está classificado como provavelmente cancerígeno para o ser humano (Grupo 2A) (IARC, 1994). Para além disso, muitas outras alterações na saúde têm sido relacionadas com a exposição ao estireno, quer esta ocorra ocasionalmente a altas doses, ou de forma continuada a baixas doses de estireno. A absorção do estireno ocorre sobretudo através do sistema respiratório, podendo ocorrer ocasionalmente através do sistema digestivo e/ou da pele (Harrison, 1990; Lundberg, 2005).

#### **A. Absorção através das vias respiratórias**

Como consequência da volatilidade do estireno, uma das principais vias de exposição ao mesmo ocorre através do sistema respiratório (Morata, 2002). Vários têm sido os autores que apontam a inalação de estireno e consequente absorção pelas vias respiratórias, como a principal via de exposição ao mesmo, quer em termos ambientais como ocupacionais (Brooks, 1980; Jensen, 1990; Hynes, 1999; Limasset, 1999; Mahler, 1999; Green, 2001; Ma, 2005; Dalton, 2007; Teixeira, 2008).

Geralmente os pulmões constituem a principal via de absorção e o determinante mais importante desta via é a solubilidade do solvente no sangue. Uma vez que a quantidade de solvente absorvido por um tecido depende principalmente da sua solubilidade nesse mesmo tecido, os solventes podem ser divididos em dois grupos (Lundberg, 2005):

- Solventes com maior solubilidade no sangue e nos tecidos, tais como o estireno, xileno, acetona e álcool butílico;
- Solventes menos solúveis que os anteriores, tais como o clorometileno, tricloroetileno e tolueno.

O coeficiente de partição sangue/ar é alto: 40 em ratos e 52 nos seres humanos (Ramsey, 1984; Morata, 2002). Como a solubilidade do estireno em água e no sangue é baixa (solubilidade em água 320 mg/l;  $\log (P) = 2,95$ ), o sangue circulante rapidamente atinge um equilíbrio entre o vapor de estireno e o ar alveolar.

A retenção pulmonar de estireno nos seres humanos, em proporção da quantidade inalada, não é um tema consensual: autores afirmam que esta proporção pode variar de 69,5% até 72,1% (Wieczorek, 1985; Morata, 2002), de 60% a 70% (IARC, 2002), ou mesmo atingir os 90% do estireno inalado (Teixeira, 2008). No entanto, a dose total absorvida pode aumentar seis vezes com o aumento da taxa respiratória de esforço físico (Engstrom, 1978; Lundberg, 1994; Morata, 2002).

Após a absorção pelos pulmões, o estireno passa por uma biotransformação em 7,8-óxido de estireno (SO) por acção da monooxigenase microsossomal do citocromo P450 (Mahler, 1999; Teixeira, 2008). Este processo de metabolização ocorre nos pulmões e no fígado (Hynes, 1999; Green, 2001; Boccellino, 2003). Cerca de 3% do ar inalado é posteriormente expirado inalterado (Teixeira, 2008).

A exposição ocupacional ao estireno é significativamente elevada em tarefas que envolvam o seu uso/aplicação manual (Teixeira, 2008). Exposições ocupacionais elevadas ao estireno ocorrem normalmente na indústria dos plásticos reforçados, principalmente na produção de objectos de grandes dimensões, como barcos, que envolvam tarefas de *lay-up* e *spay-up* manuais (Lemasters, 1985; Jensen, 1990; Hoffmann, 2006).

## **B. Absorção através das vias digestivas**

A absorção através do tracto gastrointestinal não tem sido considerada como sendo relevante (Lundberg, 2005). A exposição oral é menos comum e a absorção ocorre mais lentamente do que quando existe inalação via tracto respiratório (Kirk-Othmer, 1997).

### **C. Absorção Cutânea**

O estireno líquido também é rapidamente absorvido através da pele (Limasset, 1999). A abordagem casual à utilização do estireno praticamente assegura o contacto da pele com o solvente. A EPA calculou um coeficiente de permeabilidade da pele humana ao estireno de  $5,5 \times 10^{-2}$  cm/hora (EPA, 1992). A absorção do estireno através da pele é geralmente insignificante quando comparada com a inalação pelas vias respiratórias (absorção via pulmões), mas o contacto frequente com o estireno pode conduzir a perda de gordura e irritações cutâneas (Morata, 2002).

## 2. Eventuais Efeitos para a Saúde da Exposição Profissional ao Estireno

Existem vários estudos que relacionam a exposição profissional ao estireno com os eventuais efeitos para a saúde que a exposição a este composto químico possa causar. Foram analisados alguns artigos que relacionam as lesões ou efeitos na saúde à exposição profissional ao estireno, com o objectivo de justificar a pertinência deste trabalho em relação ao estireno.

Para avaliar o nível de exposição ocupacional ao estireno dos trabalhadores dos estudos em causa, são analisados diversos biomarcadores que se dividem em biomarcadores de exposição (dose interna, dose efectiva e biomarcadores de efeito) e biomarcadores de susceptibilidade (Lin, 2005; Rueff, 2009), tal como referido na tabela 2.1.

**Tabela 2.1 – Classificação dos Biomarcadores**

Tipos de Biomarcadores		Definição	Exemplos
<b>Biomarcadores de Exposição</b>	<b>Biomarcadores de dose interna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicam a ocorrência e a extensão da exposição a um determinado composto, através da medição do composto ou dos seus metabolitos nos fluidos corporais;</li> <li>- No entanto, não revelam em que medida o agente metabolizado afetou os tecidos ou células.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido mandélico (MA);</li> <li>• Ácido fenilgloxílico (PGA).</li> </ul>
	<b>Biomarcadores de dose efectiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicadores da potencial genotoxicidade;</li> <li>- Constituem uma indicação da extensão da exposição do que se acredita ser a molécula alvo, a estrutura ou célula.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adutos de ADN;</li> <li>• Adutos de proteínas;</li> <li>• Danos citogenéticos.</li> </ul>
	<b>Biomarcadores de efeito</b>	Utilizados para a detecção de efeitos biológicos iniciais ao nível das lesões de ADN.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Células binucleadas com micronúcleos;</li> <li>• Trocas entre cromossomas homólogos;</li> <li>• Aberrações cromossómicas;</li> <li>• Quebras de cadeias simples de ADN.</li> </ul>
<b>Biomarcadores de Susceptibilidade</b>  (Avaliação do risco genotóxico dos indivíduos expostos, de acordo com as suas características metabólicas, geneticamente determinadas)	<b>Polimorfismos genéticos em genes associados ao metabolismo do estireno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizados para a detecção de genes polimórficos que se suspeita serem modificadores dos efeitos de compostos carcinogénicos;</li> <li>- Diversos polimorfismos genéticos em genes associados ao metabolismo do estireno podem afectar a função das enzimas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polimorfismos dos genes <i>CYP2E1</i>, <i>CYP1A1</i>, <i>CYP2B6</i>;</li> <li>• Polimorfismos ao nível da hidrolase microsossomal epóxidas, codificada pelo gene <i>EPHX1</i> (considerada uma enzima chave no metabolismo do estireno);</li> <li>• Polimorfismos das Glutathione S-transferases (superfamília multigénica de enzimas, envolvidas no metabolismo de produtos químicos).</li> </ul>
	<b>Polimorfismos nas enzimas reparadoras de ADN</b>	Detecção de polimorfismos nas enzimas reparadoras de ADN que possam ter um papel reparador nas lesões de ADN induzidas pelo estireno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polimorfismo <i>XRCC1 Arg399Gln</i>;</li> <li>• Polimorfismo <i>XRCC1 Arg194Trp</i>;</li> <li>• Polimorfismo <i>XRCC3Thr241Met</i>;</li> <li>• Polimorfismos <i>OGG1 Ser326Cys</i>.</li> </ul>

### 2.1. Lesões ADN

O estireno, considerado pela IARC (2002) como mutagénico e possivelmente cancerígeno, necessita de activação metabólica para provocar efeitos genotóxicos e

carcinogénicos. Tal como referido, o estireno é metabolizado pelo citocromo P450 em óxido de estireno (SO), que posteriormente é metabolizado em ácido mandélico (MA) e ácido fenilgloxílico (PGA) (Bardodej, 1970; Wongvijitsuk, 2011). Durante o processo de activação metabólica, podem ser geradas espécies reactivas de oxigénio, que podem causar inúmeros efeitos genotóxicos (Wongvijitsuk, 2011).

Diversos estudos procuram avaliar lesões de ADN e efeitos citogenéticos em trabalhadores expostos ao estireno, nomeadamente na indústria de plásticos reforçados em fibra de vidro (Vodicka, 2004; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011).

Para avaliar o nível de exposição ocupacional ao estireno dos trabalhadores dos estudos em causa, são recolhidas amostras biológicas (sangue e urina) e analisados os biomarcadores de exposição respectivos, tal como referido na tabela 2.2.

**Tabela 2.2 – Biomarcadores de exposição (dose interna) para análise das lesões de ADN**

	Amostra	Biomarcadores de exposição	Referências
<b>Monitorização Biológica</b>	Urina	Ácido Mandélico (MA)	Vodicka, 2004; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011
		Ácido Fenilgloxílico (PGA)	Vodicka, 2004; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011
		Composto 4-Vinil-fenol	Vodicka, 2004
		Ácidos fenilhidroxietilmercaptúricos	Vodicka, 2004
	Sangue	Concentração de Estireno	Vodicka, 2004; Wongvijitsuk, 2011

Os principais efeitos genotóxicos, derivados da exposição ao estireno, e respectivos biomarcadores de efeito e de susceptibilidade utilizados pelos estudos em análise encontram-se referidos na tabela 2.3.

**Tabela 2.3 – Biomarcadores de efeito e susceptibilidade para análise das lesões de ADN**

Alterações Genotóxicas	Biomarcador de efeito	Biomarcador de susceptibilidade	Referências
Formação de adutos de ADN como o 8-hidroxidesoxiguanosina (8-OHdG)	8-hidroxidesoxiguanosina (8-OHdG)	-	Vodicka, 2004 ; Wongvijitsuk, 2011
Quebras de cadeias simples de ADN	Quebras das cadeias de ADN determinadas pela técnica de “Comet assay”	-	Vodicka, 2004; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011
Trocas entre cromossomas homólogos	-	-	Vodicka, 2004; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011
Células binucleadas com micronúcleos	-	-	Vodicka, 2004; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011
Aberrações cromossómicas em linfócitos humanos	-	-	Wongvijitsuk, 2011; Vodicka, 2004
Danos oxidativos	-	-	Vodicka, 2004 ; Wongvijitsuk, 2011
Alteração nos mecanismos de defesa, tais como no sistema antioxidante e no processo de reparação do ADN	-	Gene reparador hOGG1 (requerido para a reparação dos danos oxidativos)	Vodicka, 2004 ; Wongvijitsuk, 2011

Da avaliação realizada pelos vários autores em análise, foram identificadas várias correlações positivas entre a exposição ocupacional ao estireno e as lesões de ADN.

As principais conclusões foram:

- Os trabalhadores expostos ao estireno demonstram níveis superiores de *CYP2E1*, e com uma correlação inversa à concentração de estireno no sangue, sugerindo que exposições superiores levam a um acelerar da metabolização do estireno no sangue (Wongvijitsuk, 2011);
- O aumento de *8-OHdG* e quebras na cadeia de ADN em trabalhadores expostos ao estireno revela uma correlação positiva entre a exposição e as lesões de ADN (Wongvijitsuk, 2011);
- O aumento das taxas de reparação de ADN e dos genes de reparação de ADN, *XRCC1* e *hOGG1*, em trabalhadores expostos, sugerem a possibilidade das vias de reparação de ADN serem induzidas por exposição superior ao estireno; (Vodicka, 2004; Wongvijitsuk, 2011);
- O aumento de intercâmbios genéticos entre cromátides homólogas em trabalhadores expostos ao estireno revela uma correlação positiva entre a exposição e as lesões de ADN (Teixeira, 2010);
- Não foi encontrada nenhuma relação estatisticamente significativa entre a exposição ao estireno e o aparecimento de anomalias cromossómicas, tais como células binucleares com micronúcleos (Vodicka, 2004; Teixeira, 2010);
- A exposição contínua ao estireno, ainda que a níveis inferiores ao limite de 20 ppm, aumento os riscos genotóxicos e as lesões de ADN, sugerindo que níveis baixos de exposição ocupacional potenciam o aumento do risco de desenvolvimento de inúmeras doenças, das quais se destaca o cancro (Wongvijitsuk, 2011);
- Foi observada uma alta variação inter-individual na expressão dos genes estudados. Os dados sugerem que a exposição a níveis elevados de óxido de estireno podem induzir um atraso no ciclo celular, provavelmente mais direccionado para permitir que os sistemas de reparação actuem sobre os danos genotóxicos produzidos (Laffon, 2001).

Contudo, a interpretação destas conclusões deverá ser sempre cautelosa e sujeita a uma análise crítica e a estudos mais profundos sobre o tema, uma vez que os efeitos genotóxicos dependem dos níveis e duração da exposição ao estireno, e da susceptibilidade individual dos genes envolvidos em diversas transformações ao nível dos genes de reparação de ADN (Vodicka, 2004).

## 2.2. Doenças oncológicas

A exposição ao estireno, em conjunto com outros produtos, principalmente na indústria de plásticos reforçados, tem aumentado ao longo dos anos, aumentando também a necessidade de existirem estudos que tentam relacionar o aparecimento de vários tipos de cancro nos trabalhadores com o facto de estarem expostos ao estireno ou óxido de estireno. Desta forma, a exposição ocupacional ao estireno e a sua relação com as doenças oncológicas tem sido avaliada por diversos autores e têm sido fomentados diversos estudos devido aos problemas que a exposição ao estireno pode causar juntos dos trabalhadores (Kogevinas, 1994; Kolstad, 1994; Kolstad, 1995; Anttila, 1998; Sathiakumar, 1998; Ohyama, 2001; Sathiakumar, 2005; Godderis, 2007).

As conclusões de alguns estudos indicam que a exposição ocupacional ao estireno, nomeadamente nos trabalhadores das indústrias de plásticos reforçados, estará associada à incidência de cancro do pâncreas (Kolstad, 1995), ao risco de excesso de neoplasias dos tecidos linfáticos e hematopoiéticos (Kogevinas, 1994; Godderis, 2007), à incidência de casos de leucemia (Kolstad, 1994; Sathiakumar, 1998), ao aumento de actividade estrogénica em células relacionadas com o tumor mamário (Ohyama, 2001) e aos níveis de mortalidade derivados do aparecimento de desordens degenerativas do sistema nervoso (Kolstad, 1995). Para além disso, o óxido de estireno induz a apoptose típica da linha celular neuronal PC 12, que representa a base molecular para o desenvolvimento de tumores (Boccellino, 2003).

Outros autores defendem que, apesar dos resultados não terem sido conclusivos, não se pode descartar a existência de uma relação entre a exposição ocupacional ao estireno e o aumento de casos de leucemia (Sathiakumar, 2005), de cancro do intestino grosso, da laringe (Sathiakumar, 1998), do recto, do pâncreas e de tumores no sistema nervoso (Anttila, 1998) e ao nível dos brônquios alveolares (Boogaard, 2000, *Toxicological Sciences* N.º58).

## 2.3. Visão

Vários autores procuraram estudar o efeito do estireno na visão. Considera-se que a discromatopsia adquirida está relacionada com a exposição ao estireno nos locais de trabalho. Os danos da visão podem reflectir alterações no sistema nervoso periférico. A discromatopsia é provavelmente o resultado do dano de estruturas oculares e pode ser detectada antes das pessoas estarem conscientes da incapacidade funcional.

(Gong, 2002). Segundo o autor existe uma relação entre a exposição ao estireno e a perda da visão de cores. Outros autores afirmam que a exposição crónica ao estireno está directamente relacionada com o aumento do índice de confusão de cor (Benignus, 2005). Com o objectivo de investigar a relação entre a perda da visão de cor e o nível de exposição ao estireno, foi realizada uma avaliação na indústria de plásticos reforçados com fibra de vidro. Foi realizado um teste de cores pelo Painel D-15 dessaturado de Lanthony (1978) de forma a classificar a perda da visão de cor através do índice de Confusão de Cor (CCI).

Da avaliação realizada, as principais conclusões foram (Gong, 2002; Benignus, 2005):

- A exposição ao estireno prejudica a visão de cor, mesmo que a eventual concentração de exposição ao estireno seja inferior a 10 ppm;
- Além disso, se anteriormente a exposição ao estireno excedeu a concentração máxima de 50 ppm, a relação do estireno com a lesão pode permanecer;
- O limite de segurança de exposição ao estireno e a relação entre a exposição ao estireno e o grau de dano da estrutura ocular, da retina, do nervo óptico e cérebro são temas a ser reavaliados.

#### **2.4. Audição**

A exposição ocupacional ao estireno e a sua relação com a perda auditiva tem sido avaliada por diversos autores (Campo, 2003; Lataye, 2005; Hoffmann, 2006; Johnson, 2006; Carlo, 2007; Chen, 2007; Gopal, 2011). Tal como outros solventes ototóxicos, o estireno danifica as células cocleares levando a perda auditiva para frequências médias (Chen, 2007). A exposição ocupacional a concentrações de estireno de 40-50 ppm (durante 10 ou mais anos), conduziu a um aumento dos limiares auditivos para frequências até 1.500 Hz. No entanto, para concentrações de estireno inferiores a 20 ppm, não foi encontrada associação entre a exposição e défices auditivos (Gopal, 2011). O óxido de estireno tem sido igualmente considerado como indutor de apoptose através da activação de caspases nos neurónios (Chen, 2007).

A exposição ao estireno, em conjunto com o ruído industrial, tem um efeito sinérgico na perda de audição causando lesões progressivas e permanentes no sistema auditivo (Lataye, 2005; Hoffmann, 2006; Johnson, 2006; Gopal, 2011). A combinação destes factores tem implicações significativas, uma vez que o ruído está frequentemente presente em locais onde há exposição ocupacional ao estireno (Johnson, 2006).

Para avaliar o nível de exposição ocupacional ao estireno dos trabalhadores dos estudos em causa, procedeu-se à monitorização ambiental e biológica, tal como referido na tabela 2.4.

**Tabela 2.4 – Monitorização da Exposição para análise das lesões Auditivas**

Monitorização Ambiental	Amostra	Indicador	Referências
	Ar		Concentração de Estireno
		Concentração de Estireno (variação temporal da exposição)	Carlo, 2007
Ruído		Total de Ruído Acumulado	Johnson, 2006
		Nível de ruído (ao longo de 8 horas)	Carlo, 2007
Monitorização Biológica	Amostra	Biomarcador de Exposição	Referências
	Urina	Ácido Mandélico (MA)	Hoffmann, 2006; Johnson, 2006
		Ácido Fenilglioxílico (PGA)	Hoffmann, 2006
	Sangue	Concentração de Estireno	Chen, 2007
Tecido e perilinfa cocleares	Concentração de Estireno	Chen, 2007	

Assim, vários têm sido os autores que procuram analisar a relação entre a exposição ao estireno e a função auditiva. Ao nível celular, foi identificado que as células de Deiters parecem ser as mais vulneráveis ao estireno, sendo a morte celular por apoptose a principal via de morte das células da cóclea (após a exposição ao estireno) (Chen, 2007). Foi ainda detectada morte neuronal, perda irreversível de actividade e um inchaço pronunciado das células gliais, após exposição ao óxido de estireno, o que sugere a sua ligação aos receptores GABA (Gopal, 2011).

Foi identificado por alguns autores que níveis baixos de exposição ao estireno tornam difícil detectar se a exposição contribuiu para a deterioração da audição dos trabalhadores, não suportando assim a hipótese de um efeito ototóxico da exposição crónica ao estireno (Hoffmann, 2006; Carlo, 2007). No entanto, mesmo em ambientes com níveis de baixa intensidade de ruído e baixa concentração de estireno, há um claro risco de potencialização do estireno em induzir a perda auditiva por ruído, sendo assim recomendado um nível elevado de protecção auditiva para os indivíduos expostos (Lataye, 2005).

Dos vários testes realizados, os mais sensíveis aos efeitos da exposição ao estireno foram o “Discurso interrompido” e o “Reconhecimento de fala” em testes de ruído, sendo necessária uma pesquisa mais detalhada sobre os mecanismos subjacentes para entender os efeitos do estireno nas populações expostas (Johnson, 2006). A

idade do indivíduo foi identificada como factor que influencia a perda de células ciliadas induzida pelo ruído e pela exposição ao estireno (Campo, 2003).

## 2.5. Vias respiratórias superiores

Recentes estudos sobre toxicidade e inalação em roedores revelaram que o estireno é um produto tóxico olfactivo. A exposição crónica leva à degeneração da mucosa olfactiva e em lesões mais graves nas porções dorsais médias da cavidade nasal (Cruzan, 1998). Os neurónios sensoriais primários do sistema olfactivo estão cronicamente expostos ao meio ambiente e podem ser susceptíveis a danos, devido à exposição ocupacional de alguns produtos químicos voláteis, tal como o estireno. (Dalton, 2007).

Alguns estudos realizados, que procuraram avaliar os efeitos da exposição ao estireno nas funções das vias respiratórias superiores, optaram pela monitorização ambiental e biológica, de acordo com a tabela 2.5.

**Tabela 2.5 – Monitorização da Exposição para análise das lesões ao nível das Vias Respiratórias superiores**

	Amostra	Indicador	Referências
<b>Monitorização Ambiental</b>	Ar	Concentração de Estireno	Morris, 2000; Dalton, 2007; Lanosa, 2010
<b>Monitorização Biológica</b>	<b>Amostra</b>	<b>Biomarcador de Exposição</b>	<b>Referências</b>
	Urina	Ácido Mandélico (MA)	Dalton, 2007
		Ácido Fenilglioilico (PGA)	
	<b>Amostra</b>	<b>Biomarcador de Efeito</b>	<b>Referências</b>
	Função olfactiva	Teste de limiar para butanol, de forma a testar a função das células periféricas de recepção olfactiva	Morris, 2000; Cheng, 2004
		Teste de identificação de odores, envolvendo 7 itens diferentes	Cheng, 2004

A avaliação realizada pelos autores em análise que procuram analisar os efeitos da exposição ao estireno nas funções das vias respiratórias superiores permitiu concluir que o estireno inicia a resposta de irritação sensorial através da detecção do receptor TRPA1 e dos respectivos metabólitos ao nível do citocromo CYP450 (Lanosa, 2010; Morris, 2000). A função olfactiva é afectada entre os trabalhadores expostos ao estireno, registando-se uma diminuição das pontuações olfactivas, mas não a identificação de odores dos trabalhadores expostos (Cheng, 2004) e a activação do

nervo nasal sensorial, como reflexo da irritação induzida por alterações da integridade das células das vias aéreas (Vaughan, 2006).

Foi ainda concluído que o estireno inspirado é metabolizado nos tecidos nasais, existindo uma base metabólica para a concentração inspirada observada, que depende da capacidade de absorção, sendo esta inferior à medida que as concentrações de estireno se tornam mais elevadas (Morris, 2000). Autores afirmam que para os níveis de estireno a que actualmente os trabalhadores estão expostos, esta não se trata de uma substância tóxica significativa para o olfacto em seres humanos (Dalton, 2007).

## 2.6. Vias respiratórias inferiores

Para além de ser considerado um agente irritante da pele, membranas mucosas, hepatotóxico e potencial carcinogénico, o estireno é também considerado pneumotóxico. Sendo um monómero volátil, o estireno tem sido apontado em alguns casos como uma das causas de asma ocupacional (Öner, 2004). Em estudos de longo prazo realizados em animais, a exposição ao estireno induziu tumores no pulmão, por exemplo em camundongos, mas não em ratos (Hofmann, 2006).

Para avaliar o nível de exposição ocupacional ao estireno dos estudos em causa, procedeu-se à monitorização ambiental e biológica, tal como referido na tabela 2.6.

**Tabela 2.6 – Monitorização da Exposição para análise das lesões ao nível das Vias Respiratórias inferiores**

	Amostra	Indicador	Referências
<b>Monitorização Ambiental</b>	Ar	Concentração de Estireno	Poli, 2005; Hofmann, 2006
		Concentração de Óxido de Estireno	
		13 Compostos orgânicos voláteis	Poli, 2005
<b>Monitorização Biológica</b>	Amostra	Biomarcador de Exposição	Referências
	Ar	Pico de fluxo expiratório	Öner, 2004

No que diz respeito aos efeitos da exposição ao estireno nas vias respiratórias inferiores, autores concluíram que a genotoxicidade do óxido de estireno não foi considerada suficiente para explicar o facto dos tumores no pulmão apenas se terem desenvolvido numa das espécies de ratos exposta ao estireno (Hofmann, 2006). Outros autores afirmam que a exposição ao estireno pode estar relacionada com o desenvolvimento observado de tumores dos brônquios alveolares (Boogaard, 2000,

Toxicological Sciences N.º58). Quanto à asma ocupacional, apesar dos resultados não serem conclusivos, são indicativos do papel do estireno no seu desenvolvimento (Öner, 2004).

## 2.7. Fígado

Após a absorção pelos pulmões, o estireno é metabolizado pelo fígado em óxido de estireno devido à monooxigenase microsossomal das enzimas hepáticas do citocromo P450 (*CYP1A2*, *CYP2B1*, *CYP2B2*, *CYP2E1* e *CYP3A2*). O óxido de estireno é um epóxido relativamente reactivo e pode causar toxicidade hepática através da ligação de macromoléculas e membranas lipídicas (Mahler, 1999; Boogaard, 2000, Toxicological Sciences N.º57; Brodtkin, 2001; Hirasawa, 2007).

A preocupação com a potencial hepatotoxicidade associada à exposição ao estireno baseia-se principalmente no facto do fígado desempenhar um papel crítico no metabolismo de estireno (Brodtkin, 2001). Evidência de efeitos hepáticos do estireno, tais como necrose hepatocelular, aumento nos níveis de transaminases hepáticas (AST - Aspartato aminotransferase e ALT - alanina aminotransferase), aumento da gama-glutamil transferase (GGT) degeneração parenquimatosa, esteatose e congestão (Harkonen, 1984; Brodtkin, 2001), tem sido demonstrada por vários estudos efectuados. A determinação de ácidos biliares, especialmente o ácido quenodesoxicólico, tem sido considerado como um indicador de possível hepatotoxicidade em trabalhadores expostos ao estireno (Harkonen, 1984).

Para avaliar o nível de exposição ocupacional e potenciais efeitos hepáticos dos trabalhadores dos estudos em causa, procedeu-se à monitorização ambiental e biológica, tal como referido na tabela 2.7.

**Tabela 2.7 – Monitorização da Exposição para análise das lesões Hepáticas**

Monitorização	Amostra	Indicador	Referências
<b>Ambiental</b>	Ar	Concentração de Estireno	Mahler, 1999; Brodtkin, 2001
<b>Biológica</b>	<b>Amostra</b>	<b>Biomarcador de Exposição</b>	<b>Referências</b>
	Sangue	Concentração de Estireno	Mahler, 1999; Brodtkin, 2001
		Concentração de Óxido de Estireno	
		Concentração de Ácido Cólico	Harkonen, 1984
		Concentração de Ácido Deoxicólico	
<b>Amostra</b>	<b>Biomarcador de Efeito</b>	<b>Referências</b>	
Sangue	AST (aspartato aminotransferase) ALT (alanina aminotransferase) GGT (gama glutamil transferase)	Harkonen, 1984	

Relativamente aos efeitos a nível hepático da exposição ao estireno, as conclusões de alguns estudos foram:

- A resistência à necrose, induzida pela exposição repetida ao estireno, não se deve à renovação celular nem à produção sustentada de novas células metabolicamente inativas, mas sim devido a um fenótipo desconhecido, protector das células regeneradas (Mahler, 1999);
- A formação de adutos de ADN não desempenha um papel importante na tumorigenicidade do estireno (para os ratos cronicamente expostos) (Boogaard, 2000, *Toxicological Sciences* N.º57);
- Não foram registados valores de transaminase anormais no grupo de indivíduos expostos ao estireno (em comparação com os não expostos) (Harkonen, 1984);
- O gadolínio (Gd) é um agente químico preventivo de danos hepáticos causados por xenobióticos que requerem biotransformação (Hirasawa, 2007);
- Novos metabólitos oxidativos de estireno (2-vinilfenol, 3-vinilfenol, vinil-1,4-hidroquinona e 2 hidroxiestireno-glicol) foram detectados em incubações microsossomais no fígado. As enzimas *CYP2F2* e *CYP2E1* funcionaram como catalisadoras da formação destes metabólitos e do óxido de estireno no fígado e nos pulmões (Shen, 2010);
- Ao ser testada a capacidade do monómero de estireno induzir danos e/ou reparação ao nível do ADN, foi demonstrado que os tumores observados em diversos estudos oncológicos com base em ratos são de origem não genotóxica (Clay, 2004);
- Existe uma estreita correlação entre diversos estimulantes ou inibidores do crescimento de hepatócitos e a variação ao nível da anexina A3, sugerindo a influência da anexina A3 na regulação do crescimento de hepatócitos (Harashima, 2006);
- Os trabalhadores expostos apresentam uma depuração hepática diminuída da bilirrubina em conjunto com uma colestase associada; apresentam ainda uma insuficiência hepática leve e uma disfunção metabólica associada, em consequência de níveis superiores de concentração de transaminases (Brodkin, 2001).

Os estudos realizados sobre a hepatotoxicidade associada à exposição ao estireno em humanos têm chegado a diversas conclusões e muitas vezes não consideram potenciais enviesamentos de resultados como o consumo de álcool (ethanol), o índice

de massa corporal ou infecções virais. Por outro lado, poucos têm sido os estudos que considerem os efeitos hepáticos da exposição ao estireno a níveis de concentração inferiores ao limite máximo permitido pelo NIOSH (50 ppm). Para além disso, lesões hepáticas manifestadas por alterações colestáticas (ou outras mais subtis) na depuração metabólica, podem não ser detectadas através das transaminases hepáticas (AST e ALT), usadas frequentemente para avaliar os trabalhadores expostos (Brodkin, 2001).

## **2.8. Coração**

Diversos estudos epidemiológicos afirmam existir uma provável associação entre a exposição ao estireno, principalmente exposição de curto prazo, e um risco acrescido de doença isquémica cardíaca, sugerindo que o estireno poderá ter alguns efeitos negativos no sistema circulatório humano (Matanoski, 2003).

Foi realizado um estudo estatístico com base em registos históricos de exposição ao estireno e butadieno em duas fábricas de borracha de estireno-butadieno nos EUA, (incluindo 6.587 trabalhadores do sexo masculino) cujo objectivo passou por estabelecer uma correlação entre a exposição ao estireno e a doença isquémica cardíaca. Foi realizado um questionário prévio com o objectivo de avaliar o estilo de vida dos inquiridos, uma vez que o facto de ser fumador é um factor associado à doença cardíaca e que poderá levar a uma incorrecta interpretação dos resultados (Matanoski, 2003).

Ao contrário de estudos anteriores, onde o risco de doença isquémica cardíaca foi associado principalmente à exposição ao estireno de curto prazo, o estudo em causa demonstrou que o estireno influencia não só trabalhadores de curto prazo mas também trabalhadores de longo prazo. Efectivamente, o risco de morte resultante de doença isquémica cardíaca aguda foi demonstrado ser superior em trabalhadores activos na indústria em questão há mais de 2 anos, em relação àqueles que trabalhavam na indústria por período inferior. As diferenças de resultados são explicadas pelo pioneirismo deste estudo na separação de doença isquémica cardíaca aguda e crónica e pela análise em separado de trabalhadores activos versus aqueles que já não trabalhavam na indústria há alguns anos (Matanoski, 2003).

## 2.9. Neurológico/Comportamental

A exposição ao estireno e a outros compostos orgânicos tem sido recorrentemente associada à ocorrência de problemas neurológicos e comportamentais, decorrentes de alteração ao nível do sistema nervoso central e periférico, tal como referido na tabela 2.8.

**Tabela 2.8 – Sintomas Neurológicos e Comportamentais**

Sintomas Neurológicos e Comportamentais	Referências
Dores de cabeça, tonturas, perda de equilíbrio	Viaene, 2001 ; Boccellino, 2003
Atenção diminuída, dificuldades de concentração e deficiências na capacidade de memorização	Viaene, 2001
Irritabilidade e outros efeitos depressivos	Viaene, 2001; Boccellino, 2003
Agravamento das funções motoras Perturbações das funções visuais Agravamento das funções viso-motoras	Viaene, 2001; Benignus, 2005; Terre'Blanche, 2011
Manifestações da doença de Parkinson Ruptura de neurónios dopaminérgicos	Boccellino, 2003; Terre'Blanche, 2011
Aumento do tempo de reacção Redução das velocidades de condução nervosa	Welp, 1996; Viaene, 2001; Benignus, 2005
Alterações do foro psiquiátrico e neuro-fisiológico	Welp, 1996; Benignus, 2005
Distúrbios neuroendócrinos	Boccellino, 2003

Vários são os estudos que procuram demonstrar a existência de uma correlação entre a exposição ocupacional ao estireno e possíveis efeitos ao nível neuro-comportamental. Da avaliação realizada pelos autores em análise, foi concluído que o sistema nervoso é um dos mais sensíveis à exposição ao estireno sendo que a mortalidade derivada de doenças relacionadas com o sistema nervoso central aumenta com o tempo decorrido após a primeira exposição, a duração da exposição e a exposição acumulada ao estireno. Existe uma associação entre a exposição ao estireno e doenças degenerativas (como por exemplo doença de Parkinson) e ainda que inferior, a associação a casos de epilepsia é de considerar (Welp, 1996). Para além disso, o óxido de estireno induz a apoptose típica da linha celular neuronal PC 12, que representa a base molecular para o desenvolvimento de tumores (Boccellino, 2003).

Existe também uma correlação estatisticamente significativa entre a exposição acumulada ao estireno e o tempo de reacção, que aumenta em média 6,5%, levando a uma maior probabilidade de ocorrência de acidentes de viação, estando ainda directamente relacionada com o aumento do índice de confusão de cor (Benignus, 2005). O ácido fenilgloxílico (PGA), principal metabólito do estireno presente na urina,

é o responsável por efeitos neuro-tóxicos derivados da exposição ao estireno, comprometendo a função motora (toxicidade ao nível do estriato) (Terre'Blanche, 2011).

Autores afirmam que a maioria dos sintomas neuro-comportamentais é reversível após o término da exposição ao estireno. No entanto, disfunções ao nível do desempenho viso-motor e da velocidade perceptiva persistem mesmo após o final da exposição, sendo a duração da exposição e a duração x concentração da exposição os maiores previsores do agravamento do desempenho viso-motor e da velocidade perceptiva (Viaene, 2001).

As conclusões da literatura referida sugerem que a exposição ao estireno pode conduzir a uma série de efeitos ao nível do sistema nervoso e que é possível estabelecerem-se relações quantitativas entre os efeitos enumerados e as características de exposição. Para além de efeitos neurológicos agudos, a exposição ao estireno poderá contribuir para efeitos neurotóxicos persistentes (Viaene, 2001) e doenças crónicas ao nível do sistema nervoso central (Welp, 1996).

## **2.10. Órgãos Reprodutores/Função Hormonal**

Os distúrbios ao nível do tracto reprodutor masculino podem resultar da exposição ambiental ou ocupacional a produtos químicos, radiações, substâncias tóxicas e calor. Alguns estudos têm procurado avaliar os efeitos da exposição ao estireno nas funções reprodutoras masculinas (Migliore, 2002). Em trabalhadores da indústria dos plásticos reforçados, a exposição ao estireno tem sido apontada como causa para a redução da contagem de espermatozoides e para uma maior proporção de esperma com morfologia anormal (Kolstad, 2000).

Para além dos efeitos directos no aparelho reprodutor, os oligómeros e trímeros de estireno, incorporados por exemplo em resinas de poliestireno usadas em embalagens alimentares, são causas de variados efeitos biológicos incluindo ao nível do sistema endócrino e hormonal (Takao, 2000; Kitamura, 2003; Luderer, 2004; Ohyama, 2007; Yanagiba, 2008).

Para avaliar o nível de exposição ocupacional ao estireno dos trabalhadores dos estudos em causa, procedeu-se à monitorização ambiental e biológica, tal como referido na tabela 2.9.

**Tabela 2.9 – Monitorização da Exposição para análise das lesões ao nível das Funções Hormonais e Reprodutoras**

Monitorização Ambiental	Amostra	Indicador	Referências
	Ar	Concentração de Estireno	Kolstad, 2000; Luderer, 2004
Monitorização Biológica	Amostra	Biomarcador de Exposição	Referências
	Urina	Ácido Mandélico (MA)	Kolstad, 2000; Migliore, 2002
		Ácido Fenilgloxílico (PGA)	Kolstad, 2000
Sangue	Concentração de Estireno	Luderer, 2004	

Vários têm sido os autores que procuram analisar os efeitos da exposição ao estireno nas funções reprodutoras e hormonais. Ao nível da actividade estrogénica, autores afirmam que os vários trimeros de estireno (ST-1, ST-2, ST-3, e ST-4) têm actividade estrogénica e podem ser desreguladores endócrinos (Ohyama, 2001) e a exposição pré-natal aos vários trimeros produz efeitos negativos no desenvolvimento genital e no sistema endócrino do feto (Ohyama, 2007). Por outro lado, a actividade estrogénica do oligómero de estireno TCB (trans-1,2-Diphenylcyclobutane) é causada pela formação do metabólito 4-hidroxilado, ou seja, a activação metabólica pelo fígado tem impacto na actividade estrogénica dos oligómeros de estireno (Kitamura, 2003).

Relativamente a outros níveis hormonais, a exposição ao estireno poderá resultar num aumento dos níveis séricos da hormona tiroxina (T4) (Yanagiba, 2008), na redução dos níveis plasmáticos de testosterona livre (podendo assim perturbar directamente o tracto reprodutivo masculino) (Takao, 2000) ou num aumento da secreção da prolactina (quer em indivíduos do sexo masculino como feminino, sendo o aumento mais significativo em indivíduos do sexo feminino) (Luderer, 2004). No entanto, não foram encontradas diferenças nos níveis plasmáticos de corticosterona e de hormona luteínizante (Takao, 2000).

A exposição ao estireno pode potencialmente induzir danos ao nível do ADN das células de esperma (Migliore, 2002). Contudo é pouco provável que esta exposição tenha um efeito significativo na fecundidade masculina (Kolstad, 2000).

Uma vez que os resultados dos vários estudos não são conclusivos, podendo até obter conclusões contraditórias, pode-se aferir da necessidade de estudos mais detalhados sobre o potencial risco da exposição ao estireno e consequentes efeitos ao nível das funções reprodutoras.

## 2.11. Doenças Dermatológicas

Apesar da absorção dermatológica de vapor de estireno ou estireno líquido ser apontada como negligenciável em comparação com a absorção através das vias respiratórias, o contacto do estireno com a pele pode causar irritação cutânea (Eriksson, 2004). Estudos realizados revelam a incidência de problemas dermatológicos associados à exposição ocupacional ao estireno (Minamoto, 2002; Eriksson, 2004). A maioria dos químicos utilizados por trabalhadores da indústria dos plásticos reforçados, tais como as resinas de poliéster insaturado (que contêm cerca de 40% a 60% de estireno), resinas vinylester, agentes auxiliares e endurecedores, bem como a fibra de vidro, foram apontados como causas de dermatite de contacto alérgica e dermatite de contacto irritante (Minamoto, 2002).

Estudos realizados com o objectivo de avaliar a exposição dérmica potencial ao estireno na indústria de plásticos reforçados com fibra de vidro, tiveram por base a utilização dos seguintes métodos referidos na tabela 2.10.

**Tabela 2.10 – Método de Amostragem e Análise para análise Dermatológica**

Método de Amostragem e Análise	Referências
Exame dermatológico através da avaliação visual das partes do corpo directamente expostas (rosto, pescoço, antebraço, mãos, pernas e zona dorsal do pé)	Minamoto, 2002
Recolha de amostra através de emplastro de carvão entre 2 camadas de tecido de algodão. Os emplastos foram colados em 12 zonas diferentes do corpo dos trabalhadores em análise	Eriksson, 2004

Da avaliação realizada pelos autores em análise, foram identificadas várias conclusões. A camada superficial da pele dos trabalhadores desta indústria constitui uma via de exposição efectiva ao estireno. As pernas, os braços e a zona torácica superior são as zonas mais expostas ao estireno, bem como a mão direita apresenta um potencial de exposição superior à mão esquerda (433 mg/h e 344 mg/h, respectivamente), uma vez que a maior parte dos trabalhadores utiliza predominantemente a mão direita (Eriksson, 2004). No entanto, a incidência de doenças dermatológicas depende das características do local de trabalho e da estação do ano. Autores concluem que existe maior propensão para doenças dermatológicas em fábricas onde a zona de laminagem e de produção de poeiras se encontram no mesmo edifício (por oposição a edifícios diferentes) e que a incidência das referidas patologias duplicam no Verão duplica face ao Inverno (23,3% dos trabalhadores

reportaram doenças dermatológicas no inquérito realizado no Verão, contra 13,4% no inquérito realizado no Inverno) (Minamoto, 2002).

## 2.12. Factores que influenciam a exposição e metabolização do estireno

A inalação de estireno em humanos tem sido extensivamente analisada em termos do nível de estireno no sangue e no ar expirado, sobretudo no que se refere a trabalhadores da indústria dos plásticos reforçados. No entanto, no que se refere aos níveis de óxido de estireno no sangue (ou através do estudo de outros biomarcadores), a análise científica tem sido diminuta (Serdar, 2006). Especula-se que a co-exposição ao óxido de estireno possa ser um factor tão importante como a própria exposição ao estireno, apesar da falta de estudos que analisem os seus potenciais efeitos adversos para a saúde (Nylander-French, 1999).

Este facto deve-se sobretudo à elevada reactividade do óxido de estireno no sangue e aos níveis reduzidos de concentração de óxido de estireno no ar (Serdar, 2006), ao facto da exposição ao óxido de estireno ser 500 a 1.000 vezes inferior à exposição ao estireno e de todo o estireno inalado ser metabolizado em óxido de estireno (Nylander-French, 1999).

No entanto, alguns estudos têm procurado identificar factores individuais, demográficos e relacionados com as condições de trabalho que possam afectar a exposição e que possam ter influência nos níveis de estireno e óxido de estireno no sangue, recorrendo para isso à monitorização ambiental e biológica (tabela 2.11).

**Tabela 2.11 – Monitorização da Exposição para análise de factores que influenciam a exposição ao estireno**

	Amostra	Indicador	Referências
<b>Monitorização Ambiental</b>	Ar (ambiental)	Concentração de Estireno	Serdar, 2006
		Concentração de Óxido de Estireno	
	Ar (individual)	Concentração de Estireno	Nylander-French, 1999; Ma, 2005
<b>Monitorização Biológica</b>	Amostra	Biomarcador de Exposição	Referências
	Urina	Ácido Mandélico (MA)	Ma, 2005
		Ácido Fenilgloxílico (PGA)	
	Sangue	Concentração de Estireno	Serdar, 2006
		Concentração de Óxido de Estireno	
	Amostra	Biomarcador de Susceptibilidade	Referências
Sangue	Determinação dos genótipos	Ma, 2005	

No que diz respeito a condições de trabalho que possam afectar a exposição ao estireno e óxido de estireno, analisadas na indústria dos plásticos reforçados, foi concluído que:

- Os níveis de estireno e óxido de estireno no ar e sangue variam entre as várias categorias de produtos na indústria de plásticos reforçados (Serdar, 2006);
- O tipo de resina utilizada, por exemplo em trabalhos de laminagem, é um factor com influência nos níveis de exposição ao estireno e óxido de estireno (Nylander-French, 1999);
- A utilização do tipo de função desempenhada por um trabalhador como substituto para a medição efectiva dos níveis de exposição pode conduzir a erros de cálculo e de interpretação nas relações de causa-efeito entre a exposição ao estireno e óxido de estireno e possíveis efeitos para a saúde (Serdar, 2006);
- Existe uma relação inversa entre os níveis de exposição e a antiguidade no trabalho, sugerindo que os trabalhadores mais jovens e com pouca antiguidade estão expostos a níveis mais altos de estireno e óxido de estireno em relação aos seus colegas de trabalho (Serdar, 2006);
- A exposição ao óxido de estireno está positivamente correlacionada com a exposição ao estireno, mas só em determinados grupos de trabalho (por exemplo, laminagem manual e montagem), sugerindo que outros factores influenciam a exposição a óxido de estireno (Nylander-French, 1999).

No que diz respeito a características individuais que possam afectar a exposição e metabolismo do estireno, devemos ter em conta outros estudos que analisam o impacto de factores como a idade, o sexo, o estilo de vida e até o padrão genético individual.

Algumas das conclusões destes estudos foram:

- Nem o genótipo, nem o estilo de vida afectam significativamente os metabólitos do estireno presentes na urina (Ma, 2005);
- Existe uma interacção entre o genótipo *CYP2E1* e o tabagismo. Entre os não-fumadores, os metabólitos do estireno na urina foram significativamente menores em indivíduos com alelos *C1/C1* de *CYP2E1*, em comparação com aqueles com o genótipo *C1/C2*. Não houve diferença significativa nos metabólitos do estireno na urina entre os fumadores (Ma, 2005);

- Quando a influência combinada do genótipo *CYP2B6* e a atividade prevista de *EPHX1* foram examinados, metabólitos do estireno na urina em indivíduos com baixa actividade enzimática foram menores em relação àqueles que apresentaram uma actividade enzimática média-alta (após exposição ao estireno superior a 50 ppm) (Ma, 2005);
- A idade e o sexo influenciam a metabolização do estireno (Kishi, 2005);
- A gravidez é um factor com impacto potencial no metabolismo do estireno (Kishi, 2005).

Assim, os resultados sugerem que determinadas características individuais, a suscetibilidade genética e estilo de vida devem ser considerados na monitorização biológica da exposição ao estireno.

### **3. Caracterização da Actividade Ortoprotésica**

A Ortoprotesia é a designação de uma das dezoito profissões que compõem as tecnologias da saúde, mais propriamente o grupo de profissionais de diagnóstico e terapêutica. Segundo a Classificação Nacional das Profissões em 2006, compete ao Ortoprotésico exercer funções de reabilitação de indivíduos com deficiência do aparelho neuro-musculo-esquelético, através da adaptação de dispositivos mecânicos, a fim de substituir um membro ausente (próteses) ou potenciar uma função que se encontra ausente ou diminuída (ortóteses). Estas funções incluem:

- Participar na avaliação das incapacidades dos indivíduos, a fim de definir os dispositivos necessários e mais adequados à correcção do aparelho locomotor ou à sua substituição no caso de amputações;
- Conceber a prótese ou ortótese, montando os componentes mecânicos adequados e/ou procedendo ao seu fabrico, de acordo com a prescrição médica;
- Ajustar a prótese ou ortótese ao doente a fim de assegurar o máximo conforto e o melhor funcionamento;
- Aconselhar o doente sobre o modo de utilização do dispositivo e dos cuidados de manutenção adequados;
- Efectuar a reparação da prótese ou ortótese, utilizando as técnicas adequadas;
- Participar na avaliação da evolução do doente.

De acordo com o D.L. 261/93, de 24 de Julho e D.L. 564/99 de 21 de Dezembro, cabe ao Ortoprotésico avaliar indivíduos com problemas motores ou posturais, com a finalidade de conceber, desenhar e aplicar os dispositivos necessários e mais adequados à correcção do aparelho locomotor, ou à sua substituição no caso de amputações, e de desenvolvimento de acções visando assegurar a colocação dos dispositivos fabricados e respectivo ajustamento, quando necessário.

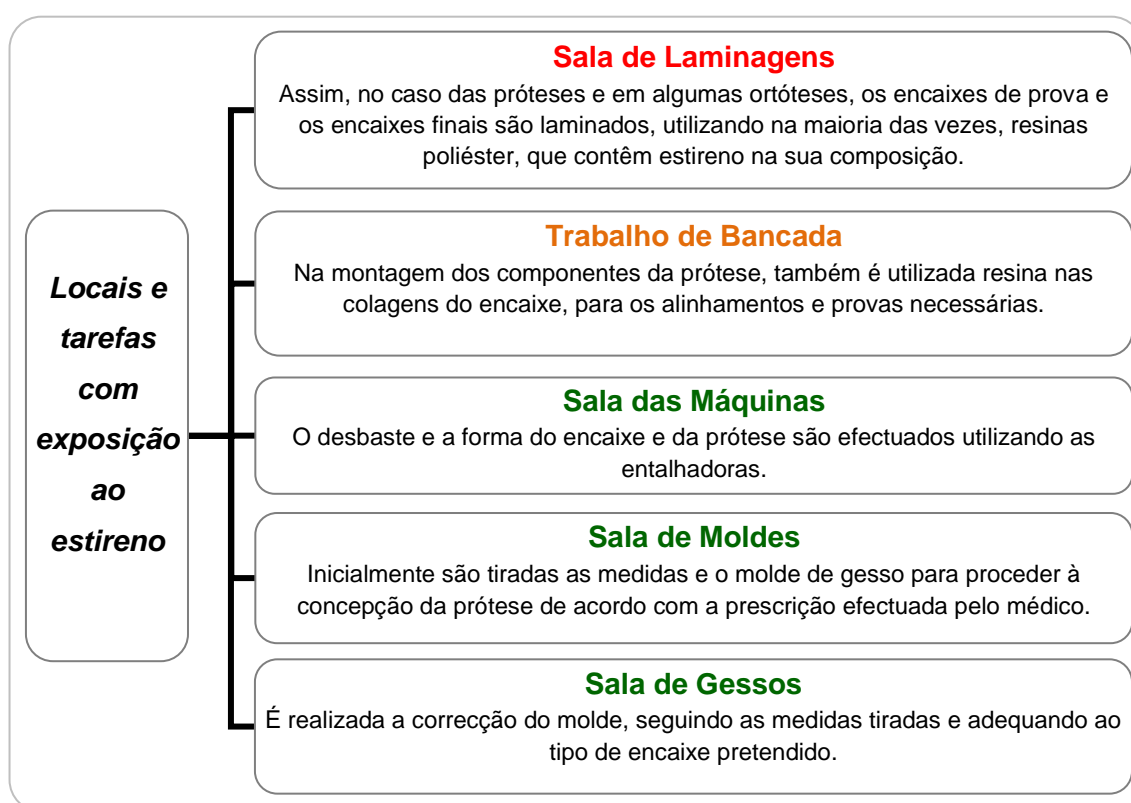
#### **Descrição da Actividade do Ortoprotésico na concepção de Próteses**

É importante conhecer especificamente os processos de fabrico e de construção das próteses realizadas pelos ortoprotésicos e quais são as actividades onde as resinas poliéster, que contêm o estireno na sua composição, são mais utilizadas.

Cada tarefa no processo de produção de uma prótese tem um local específico para ser executado. No processo de produção em laboratório os ortoprotésicos realizam o seu trabalho utilizando as técnicas, ferramentas e máquinas necessárias, estando expostos a ruído e a vibração ocupacional, assim como a partículas e a gases no caso das laminagens.

### 3.1. Actividade que envolve maior exposição ao estireno

O esquema seguinte pretende ilustrar as actividades onde ocorre maior exposição ao estireno (através da utilização de resinas):



**Figura 3.1 – Processo de produção de uma prótese e sua exposição ao estireno**

A actividade que envolve maior exposição ao estireno é a laminagem dos moldes de gesso e dos encaixes das laminagens finais, efectuadas na sala de laminagem (assinalado a vermelho na figura 3.1), assim como as colagens efectuadas no encaixe na montagem dos componentes junto da bancada de trabalho (a laranja). No trabalho efectuado na sala de máquinas, na sala de moldes e na sala de gessos, nomeadamente na tiragem do molde, das medidas e na rectificação do molde não ocorre exposição ao estireno (a verde). Para uma melhor compreensão de cada um das áreas de trabalho mencionadas, consultar Apêndice I.

### 3.2. Caracterização da exposição profissional ao estireno nos Ortoprotésicos

O encaixe é a parte mais importante da prótese para o indivíduo amputado (Herbert, 2005; Engsberg, 2008). Se o encaixe assenta correctamente no membro amputado, as capacidades motoras e funcionais do indivíduo tornam-se idênticas às de uma pessoa não amputada. Se o encaixe não assenta bem, as consequências são escoriações, sangramento, hematomas, úlceras e dor (Engsberg, 2008). Tipicamente o método utilizado para o fabrico do encaixe, passa por tirar um molde do membro do indivíduo utilizando gesso, corrigir o molde positivo para posteriormente obter o molde negativo do molde de gesso, que irá servir de encaixe para a prótese (Herbert, 2005; Engsberg, 2008).

O processo de laminagem consiste em obter o molde negativo do molde de gesso, que irá servir de encaixe para a prótese, tal como referido. Depois de o molde de gesso estar seco, coloca-se laca como isolante e aplicam-se dacron e malhas de *perlon*, *nylon* ou algodão, bem como fibras de vidro ou de carbono que vão ser embebidos na resina da laminagem. A reacção química consiste em misturar uma pequena quantidade de peróxido de benzoílo na resina poliéster, que funciona como acelerador da reacção. Em pouco tempo (5 a 10 minutos) o material reage e aquece, libertando vapor de estireno no ambiente de trabalho. É neste período que os ortoprotésicos poderão estar expostos ao estireno presente nas resinas poliéster, devido aos vapores libertados pela reacção, mas também pelo contacto através da pele. Durante o trabalho de laminagem com resinas que contenham cerca de 40% de estireno, 10% pode evaporar, libertando vapores para o ambiente do local de trabalho (Aylesworth, 1952; Hill, Janeiro 1962; Hill, Agosto 1962; Dolan, 1968; Teixeira, 2008).

Segundo as várias fichas de segurança consultadas (Anexo II) e analisadas sobre as resinas de poliéster o estireno é classificado pelo IARC (International Agency for Research on Cancer) como possível cancerígeno (IARC, 2002).

Desta forma, no manuseamento de resinas é aconselhada a utilização de equipamentos de protecção individual, como óculos, máscaras e luvas com o objectivo de prevenir alguns efeitos para a saúde derivados da exposição a ambientes poluídos (Hill, 1963; Dolan, 1968). É obrigatório a sinalização destes equipamentos de protecção individual na Sala de Laminagens, bem como a sua disponibilização. Do mesmo modo, deve existir extracção do ar no local onde se realizam as Laminagem como medida de protecção colectiva para reduzir o nível de exposição (Anexo II).

### 3.3. Resumo dos dados técnicos das resinas poliéster presentes nas fichas de segurança

A análise das fichas de segurança das resinas poliéster (Anexo II), utilizadas nas laminagens dos encaixes, é importante, uma vez que permite a análise das suas propriedades e da presença de estireno na sua composição (tabela 3.1), bem como a indicação das principais vias de exposição e os potenciais efeitos para a saúde da exposição às resinas poliéster e, por consequência, ao estireno.

**Tabela 3.1 – Resumo dos dados técnicos das resinas poliéster**

Nome Químico	N.º CAS	Concentração (%)	Classificação de risco
Monómero de Estireno	100-42-5	10 a 60	3 (Inflamável)
Resina Poliéster	9065-68-3	40 a 90	-

Relativamente às resinas utilizadas, desenvolvimentos recentes apresentam alternativas de substituição às resinas de poliéster e ao poliestireno, sobretudo devido ao facto do estireno, presente nas mesmas, ser classificado como possível composto cancerígeno (IARC, 2002). O polipropileno, por exemplo, tem sido usado nos encaixes de próteses produzidas pelo ICRC (Comité Internacional da Cruz Vermelha). Estudos realizados demonstraram que um bom encaixe é obtido em 43-78% dos casos em que o polipropileno é utilizado (ICRC, 2006; Andrysek, 2010). Segundo o IARC e a Organização Mundial da Saúde, o polipropileno não é considerado cancerígeno (IARC, 1994).

#### 3.3.1. Principais vias de exposição das resinas poliéster

Na sala de laminagens, o ortoprotésico está exposto ao estireno presente na resina poliéster utilizada para laminar. De acordo com as fichas de segurança (Anexo II), as maiores vias de exposição derivadas da utilização de resina poliéster são:

- Inalação;
- Ingestão;
- Contacto com a pele;
- Contacto com os olhos.

### **3.3.2. Efeitos para a saúde da exposição dos ortoprotésicos ao estireno nas resinas poliéster**

De acordo com as fichas de segurança (Anexo II), da exposição ao estireno presente na resina poliéster, podemos encontrar 4 tipos de efeitos para a saúde dos ortoprotésicos:

#### **A. Efeitos adversos à saúde humana**

É Irritante para os olhos. A exposição prolongada pode causar secagem da pele. Na ingestão pode causar vômito, náusea e diarreia. Na inalação pode causar irritação do sistema respiratório, como tosse e dificuldade de respirar.

#### **B. Efeitos específicos**

Mesmo em exposições agudas que tiveram efeito adverso sobre a mulher grávida, não se espera que ocorra algum efeito sobre o feto. Em estudos com animais não aconteceu interferência na reprodução, não sendo de esperar por isso, efeitos congénitos derivados da exposição.

#### **C. Efeitos locais**

Por inalação pode causar irritação das vias aéreas superiores com tosse húmida (secreção mucosa); É irritante em contacto com a pele; Em contacto com os olhos pode causar irritação e inflamação da córnea com eventual lesão, principalmente em contacto na forma líquida. Por ingestão, pode causar lesão gastro-intestinal.

#### **D. Efeitos crónicos**

A sobre-exposição a este material afecta o sistema nervoso central, apresentando efeitos sobre a audição e causando danos no tracto respiratório. A exposição excessiva e repetida em quantidade elevada pode causar efeito no sistema nervoso central, fígado e rins. A exposição excessiva e repetida a uma pequena dose pode causar efeito no sistema nervoso central e irritação no tracto respiratório e nos olhos.



## **4. Protocolo de Avaliação de Exposição**

### **4.1. Riscos e Actividades**

O protocolo de estudo é apresentado como objectivo geral deste trabalho que tem por finalidade definir a forma de monitorizar a exposição ao estireno nos ortoprotésicos.

Para a elaboração do protocolo, foi necessário responder a um conjunto de questões definidas nos objectivos específicos, através de uma pesquisa bibliográfica exaustiva, como descrito nos pontos anteriores. Assim, concluiu-se que ao nível da exposição ambiental, de acordo com o apresentado por diversos autores, as fontes principais da existência de estireno no ar atmosférico, são as actividades industriais (EPA, 1987; Miller, 1994) e os escapes dos veículos automóveis (Hampton, 1982; EPA, 1987; Warner-Selph, 1989; Kirchstetter, 1999). Para a exposição ocupacional são apontadas como principais actividades sujeitas à exposição ao estireno, as indústrias de plásticos reforçados e as actividades de laminagem, como referido no ponto 1.4.

A maior via de exposição ocupacional, segundo vários autores, ocorre por inalação. Vários autores afirmam que a absorção do estireno ocorre sobretudo através do sistema respiratório, podendo ocorrer ocasionalmente através do sistema digestivo e/ou da pele (Harrison, 1990; Lundberg, 2005; Teixeira, 2008).

A existência de vários estudos que relacionam a exposição profissional ao estireno com os eventuais efeitos para a saúde que dela resultam, identificados e analisados no ponto 2, justificam a pertinência deste trabalho e confirmam que, de uma forma geral, a exposição ocupacional ao estireno apresenta efeitos nocivos para a saúde.

Caracterizou-se a exposição ocupacional ao estireno nos ortoprotésicos e concluiu-se que a actividade que envolve maior exposição ao estireno (de entre as várias descritas no ponto 3) é a laminagem dos moldes de gesso e dos encaixes das laminagens finais, efectuadas na sala de laminagem. As colagens efectuadas no encaixe na montagem dos componentes junto da bancada de trabalho são a segunda actividade que envolve maior exposição ao estireno através das resinas poliésteres. Na sala de laminagens, o ortoprotésico está exposto ao estireno presente na resina poliéster utilizada para laminar.

As maiores vias de exposição derivadas da utilização de resina poliéster são a inalação, a ingestão e o contacto com a pele ou com os olhos. Os eventuais efeitos para a saúde resultantes da exposição ao estireno através do contacto com a resina poliéster são, de uma forma geral: irritação dos olhos, secagem da pele (no caso de exposição prolongada), vômito, náusea e diarreia (no caso de ingestão) e irritação do sistema respiratório, como tosse e dificuldade em respirar (em caso de inalação). É descrito ainda que a sobre-exposição à resina poliéster afecta o sistema nervoso central, apresentando efeitos sobre a audição e causando danos no tracto respiratório. A exposição excessiva e repetida a uma pequena dose pode causar igualmente efeitos no sistema nervoso central e irritação no tracto respiratório e nos olhos. A exposição excessiva e repetida em quantidade elevada pode causar efeito no sistema nervoso central, fígado e rins.

#### 4.2. Amostragem e Questionário

Relativamente à dimensão da população em estudo, é importante que esta tenha uma dimensão suficiente que permita a inferência dos resultados obtidos com o estudo para a generalidade dos ortoprotésicos. Assim, tal como se verifica em outros estudos (tabela 4.1), é recomendável que o número de trabalhadores expostos que constituem a população em análise seja superior a 30.

**Tabela 4.1 – Dimensão da População em Estudo**

Dimensão da População em Estudo	Referências
<30	Teixeira, 2004 Dalton, 2007 Fustinoni, 2010
30-50	Harkonen, 1984 Rappaport, 1996 Godderis, 2004 Hoffmann, 2006 Migliore, 2006 Prieto-Castelló, 2010 Wongvijitsuk, 2011
51-100	Gong, 2002 Migliore, 2002 Vodicka, 2004 Ma, 2005 Teixeira, 2007 Teixeira, 2008 Teixeira, 2010
> 100	Tornero-Velez, Toxicological Sciences, 2001 Cheng, 2004 Serdar, 2006

Alguns autores referem como sendo relevante para o estudo dos níveis de exposição ocupacional, o facto dos trabalhadores em estudo desempenharem as funções em questão durante 2 anos nos últimos 5, e continuamente durante os 6 meses precedentes à recolha de amostras biológicas (Migliore, 2002; Migliore, 2006).

Para além da população em estudo é importante definir-se um grupo de controlo, constituído por um número de indivíduos similar ao dos trabalhadores expostos estudados, sem histórico de exposição ao estireno, com uma distribuição de idades e sexos comparável, que vivam na mesma área de residência, e com hábitos de consumo de tabaco, álcool e café semelhantes (Harkonen, 1984; Migliore, 2002; Godderis, 2004; Teixeira, 2004; Hoffmann, 2006; Migliore, 2006; Teixeira, 2007; Teixeira, 2008; Prieto-Castelló, 2010; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011). Diferenças significativas entre o grupo de controlo e o grupo de trabalhadores expostos deverão ser consideradas para efeitos de análise estatística, uma vez que provocam enviesamento (Vodicka, 2004).

Em simultâneo com a recolha de amostras biológicas, deverá ser realizado um inquérito (Apêndice II) ou uma entrevista que permita a recolha de informação relativa às características demográficas da população em estudo (sexo e idade, entre outras), historial médico, historial ocupacional e estilo de vida (hábitos alimentares, consumo de tabaco, consumo de álcool, entre outros), que possam ter influência nos resultados obtidos (tabela 4.2).

É ainda importante a observação do local de trabalho e das tarefas realizadas pelos trabalhadores expostos, de forma a avaliar objectivamente o tipo de exposição, a existência de mecanismos de protecção colectiva e a utilização de equipamentos de protecção individual, tal como luvas e máscaras, entre outros (Luderer, 2004).

**Tabela 4.2 – Indicadores aferidos pelo questionário**

Indicadores		Referências
Características Individuais	Sexo	Tornero-Velez, Toxicological Sciences, 2001; Brodtkin, 2001; Migliore, 2002; Godderis, 2004; Luderer, 2004; Teixeira, 2004; Vodicka, 2004; Ma, 2005; Serdar, 2006; Teixeira, 2007; Fustinoni, 2010; Prieto-Castelló, 2010; Teixeira, 2010
	Idade	Harkonen, 1984; Tornero-Velez, Toxicological Sciences, 2001; Brodtkin, 2001; Migliore, 2002; Godderis, 2004; Luderer, 2004; Teixeira, 2004; Vodicka, 2004; Ma, 2005; Hoffmann, 2006; Teixeira, 2007; Triebig, 2009; Fustinoni, 2010; Prieto-Castelló, 2010; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011
	Raça	Tornero-Velez, Toxicological Sciences, 2001; Godderis, 2004
	Peso	Triebig, 2009; Harkonen, 1984; Luderer, 2004; Brodtkin, 2001
	Altura	Triebig, 2009; Harkonen, 1984; Luderer, 2004; Brodtkin, 2001
	Índice de Massa Corporal	Triebig, 2009; Prieto-Castelló, 2010
	Área de Residência	Migliore, 2002; Teixeira, 2007; Wongvijitsuk, 2011;
	Historial médico	Harkonen, 1984; Migliore, 2002; Luderer, 2004; Ma, 2005; Johnson, 2006; Serdar, 2006; Teixeira, 2007; Fustinoni, 2010
Estilo de Vida	Consumo de tabaco	Rappaport, 1996; Tornero-Velez, Toxicological Sciences, 2001; Brodtkin, 2001; Gong, 2002; Godderis, 2004; Luderer, 2004; Teixeira, 2004; Vodicka, 2004; Ma, 2005; Teixeira, 2007; Teixeira, 2008; Prieto-Castelló, 2010; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011
	Consumo de álcool	Harkonen, 1984; Brodtkin, 2001; Gong, 2002; Luderer, 2004; Teixeira, 2004; Ma, 2005; Teixeira, 2007; Teixeira, 2008; Prieto-Castelló, 2010; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011
	Consumo de café	Wongvijitsuk, 2011
	Uso de medicação	Harkonen, 1984; Brodtkin, 2001; Gong, 2002; Teixeira, 2004; Ma, 2005; Teixeira, 2007; Teixeira, 2008; Teixeira, 2010
	Exposição recente a Raios X	Migliore, 2002; Teixeira, 2004 Teixeira, 2008
	Dieta (hábitos alimentares)	Luderer, 2004; Teixeira, 2004; Serdar, 2006; Teixeira, 2008; Wongvijitsuk, 2011
Características relacionadas com a vida Laboral	Histórico de trabalho/ocupacional	Brodtkin, 2001; Gong, 2002; Migliore, 2002; Luderer, 2004; Teixeira, 2004; Ma, 2005; Johnson, 2006; Serdar, 2006; Teixeira, 2007; Teixeira, 2008; Teixeira, 2010; Wongvijitsuk, 2011
	Tarefas e processos de trabalho desempenhados	Rappaport, 1996; Nylander-French, 1999; Gong, 2002; Luderer, 2004; Nakayama, 2004; Fustinoni, 2010
	Tipo de equipamento de protecção utilizado	Nakayama, 2004

### 4.3. Análise da Exposição Ocupacional

A avaliação de medição da exposição ao estireno pode passar pela recolha de amostras de ar ou da análise de biomarcadores, através de recolha de urina e/ou sangue. Em estudos epidemiológicos, especula-se que os biomarcadores são bons indicadores para avaliar exposições químicas, por oposição às amostras de ar (Lin, 2005). No entanto, tal não deve ser assumido *a priori*, uma vez que estudos diferentes chegaram a conclusões díspares, como aqui se irá mostrar. (Liljelind, 2003)

A monitorização biológica tem vindo a ser descrita como uma boa alternativa às amostras de ar para caracterizar a exposição ocupacional. Esta técnica passa por analisar amostras biológicas, tais como urina, sangue ou ar expirado, de forma a quantificar os níveis de determinado químico no organismo. As principais vantagens da monitorização biológica são (Liljelind, 2003; Lin, 2005):

- Abrange todas as formas de exposição (inalação, ingestão ou contacto com a pele), incluindo exposição accidental;
- Reflecte o uso de equipamento de protecção individual;
- Reflecte possíveis diferenças entre indivíduos, relacionadas com a susceptibilidade genética.

Por além disso, a melhoria dos métodos em epidemiologia molecular leva a que a análise de biomarcadores se torne a abordagem preferencial (Migliore, 2006). No entanto, os biomarcadores com meias-vidas curtas (por exemplo, os metabolitos de solventes orgânicos presentes na urina) são muito influenciados pelo momento da colheita da amostra num único dia, podendo assim ser menos precisos em comparação com a monitorização do ar (Liljelind, 2003).

Para além das considerações acima referidas sobre a escolha de amostras de ar ou biomarcadores, ambos os indicadores variam para o mesmo indivíduo e entre indivíduos, dando origem a efeitos de erros de medição que podem enviesar a estimativa de exposição. Os consideráveis rácios de variância afectam a caracterização válida e precisa de relações exposição-doença. A dimensão deste enviesamento pode variar de biomarcador para biomarcador e, aparentemente, os biomarcadores conduzem a estimativas menos enviesadas dos níveis de exposição, em comparação com as amostras de ar (Lin, 2005).

Pode-se considerar dois mecanismos para contornar o problema do enviesamento estatístico (Liljelind, 2001; Liljelind, 2003):

- Recolher um número significativo de amostras e considerar repetições de medições para o mesmo trabalhador;
- Recolher em simultâneo amostras de ar e amostras biológicas, tais como urina e/ou sangue.

Relativamente à discussão sobre se os biomarcadores são ou não superiores às amostras de ar, os vários autores analisados obtêm resultados distintos. Enquanto alguns autores referem que as amostras de ar produzem resultados com uma qualidade superior aos biomarcadores (Liljelind, 2003), outros afirmam que os biomarcadores tendencialmente apresentam rácios de variância inferiores às amostras de ar e por isso produzem resultados de qualidade superior (Lin, 2005). Há ainda autores que referem que, quer as amostras de ar, quer os biomarcadores convencionais (por exemplo, MA), produzem resultados de qualidade semelhante e que a escolha do método a utilizar se deve basear na facilidade de uso e considerações práticas (Fustinoni, 2010). Assim, não existindo um consenso sobre o tema, será relevante analisar em simultâneo amostras ambientais e biológicas e avaliar os níveis de variância para cada indicador (Liljelind, 2003).

#### **4.3.1 Monitorização Ambiental - Análise do Ar**

O principal objectivo dos estudos epidemiológicos, ocupacionais ou ambientais, é estabelecer uma relação quantitativa entre a exposição a químicos tóxicos e riscos para a saúde associados. Assim, como a principal via de exposição ao estireno é a inalação, tradicionalmente utilizam-se amostras de ar como indicadores dos níveis de exposição (Lin, 2005). Tal como referido, a análise de amostras de ar produz resultados de qualidade semelhante à análise de biomarcadores (Liljelind, 2003; Fustinoni, 2010).

Tipicamente procura-se avaliar a concentração de estireno nas amostras de ar recolhidas (Apêndice IV). Uma vez que, na maioria dos casos, os níveis de óxido de estireno são baixos em comparação com os de estireno, os vários estudos tendem a minimizar a importância desta co-exposição. No entanto, uma vez que a oxidação do estireno durante o processo de polimerização conduz à co-exposição a ambas as substâncias, alguns autores procuram analisar também a concentração de óxido de estireno. A possibilidade de pequenas quantidades de óxido de estireno serem

absorvidas para o sangue, via inalação, e a sua influência na análise de biomarcadores, torna relevante a medição da sua concentração nas amostras de ar (Rappaport, 1996).

A recolha da amostra ambiental é importante para monitorizar a concentração de estireno presente nos locais de trabalho e desta forma controlar se o limite de exposição recomendado é ou não excedido, tal como referido no ponto 1.4.1., nomeadamente nas tabelas 1.5 e 1.6 e no Anexo II. De acordo com vários estudos, a recolha das amostras de ar é realizada utilizando, por exemplo, tubos de carvão activado, ligados a bombas de amostragem (com bateria) de ar pessoais, operando com um fluxo de 100-200 ml por minuto (Teixeira, 2004; Teixeira, 2007; Teixeira, 2010). Dos vários artigos analisados, o método de análise do ar mais utilizado (Apêndice III e IV) é a cromatografia gasosa (GC) descrita no método NIOSH – 1501 (Anexo III) (IARC, 2002; Lees, 2003; Teixeira, 2004; Carlo, 2007; Dalton, 2007; Teixeira, 2007; Teixeira, 2010;). As especificações deste método estão descritas na tabela 4.3.

**Tabela 4.3 – Método GC-FID – NIOSH 1501**  
(Apêndice III)

Dessorção	1 mL CS <sub>2</sub> ; 30 min
Injecção (volume/condições)	5 µL
Injecção (temperatura)	225 °C
Temperatura do Detetor	225 °C
Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	50°C (3 min), posteriormente 15°C/min até aos 200°C
Gás Transportador	N <sub>2</sub> ou He (25 mL/ min)
Especificação da Coluna	Vidro, 3.0m x 2mm, 10% OV-275 em 100/120 mesh Chromosorb W-AW ou equivalente
Calibração	Analitos em CS <sub>2</sub>
Intervalo e precisão	2,17-8,49 mg / 0,013 Sr
Nível de detalhe estimado	0,001 até 0,01 mg por amostra
Preparação da amostra	n.d. (não definido)
Padrão Interno	n.d.

#### 4.3.2 Monitorização Biológica - Análise à Urina

Para a monitorização biológica da exposição ao estireno, os metabolitos MA e PGA presentes na urina, têm sido os biomarcadores mais utilizados (Apêndice IV). Podem ser recolhidas várias amostras por dia no mesmo trabalhador, antes, depois ou

durante o turno de trabalho, conforme descrito nos vários artigos analisados (Gong, 2002; Nakayama, 2004; Teixeira, 2007; Teixeira, 2008; Wongvijitsuk, 2011).

A utilização dos metabolitos MA e PGA, medidos através de amostras de urina recolhidas após o final do turno de trabalho, têm sido os biomarcadores de referência recomendados para a medição da exposição ao estireno (ACGIH, 2007; DFG, 2007; Eitaki, 2008; Fustinoni, 2010) e têm sido definidos valores de referência para os mesmos (tabela 4.4).

**Tabela 4.4 – Valores de referência para a monitorização biológica da exposição ao estireno**

(Fustinoni, 2010)

Entidade	Ano	Valores de referência	
DFG	2007	Valor de Tolerância Biológica	600mg (MA+ PGA)/g creatinina
ACGIH	2007	Índice Biológico de Exposição	400mg (MA+ PGA)/g creatinina

Recentemente, outros metabolitos do estireno, como o composto 4-vinil-fenol, a fenilglicina, ácidos mercaptúricos e a concentração de estireno na urina, têm sido propostos como biomarcadores alternativos para avaliação da exposição ao estireno (Ghittori, 1987; Manini, 2003; Fustinoni, 2010).

Uma das preocupações sobre a utilização de PGA como um biomarcador de exposição é a possível instabilidade deste ácido, durante o armazenamento das amostras de urina recolhidas até à fase de análise (Eitaki, 2008). Assim, existem condições sob as quais as amostras de urina recolhidas devem ser armazenadas de modo a evitar a adulteração dos resultados. Algumas experiências mostraram que não foi observada nenhuma diminuição substancial nos níveis de MA ou PGA, mesmo mantendo as amostras à temperatura ambiente durante um dia. No entanto, dependendo das amostras de urina, ocorreu uma diminuição gradual nos níveis de PGA a 4°C e, mais acentuadamente, a 25°C quando as amostras foram armazenadas durante uma semana (Eitaki, 2008).

Dos vários artigos analisados, o método de análise da urina mais utilizado (Apêndices III e IV) é a cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) descrita por Kivisto, 1993 (Teixeira, 2004; Teixeira, 2007; Teixeira, 2008). As especificações deste método estão descritas na tabela 4.5.

**Tabela 4.5 – Método HPLC – Kivisto, 1993**  
(Apêndice III)

<b>Coluna</b>	Li Chrosorb RP-8 200 x 4,6 mm com um tamanho de partícula de 5 µm (Hewlett-Packard)
<b>Fase Móvel/Solvente</b>	80% de água destilada com ácido fosfórico a 0,1% e 20% de metanol, com um fluxo de 1,5 ml / min
<b>Fluxo</b>	Deteção de PGA e MA foi realizada a 250 nm e 210 nm, respectivamente
<b>Detector</b>	Detector de díodos
<b>Preparação da amostra</b>	Os metabólitos urinários de estireno foram extraídos com éter dietílico (10 ml) a partir da urina acidificada (0,5 ml de 1,5 mol/HCl por 1 ml urina) e saturados com cloreto de sódio.

#### 4.3.3 Monitorização Biológica - Análise ao Sangue

A recolha desta amostra biológica é importante para monitorizar a concentração de estireno presente no sangue dos trabalhadores e avaliar e controlar os limites de exposição. A medição da concentração de estireno no sangue recolhido após o final do turno é um dos biomarcadores recomendados pela ACGIH (ACGIH, 2007; Fustinoni, 2010).

De acordo com os artigos analisados, o biomarcador mais utilizado para o sangue é a concentração do estireno (Apêndice IV) (Mahler, 1999; Brodtkin, 2001; Tornero-Velez, Toxicological Sciences, 2001; Luderer, 2004; Vodicka, 2004; Serdar, 2006; Chen, 2007; Wongvijitsuk, 2011). Apesar de nos artigos analisados não se ter observado um uso frequente dos adutos de óxido de estireno como biomarcadores, estes são importantes. O metabolismo do estireno envolve as enzimas do citocromo P450 (CYP)- mediadas por oxidação que convertem o estireno no seu metabolito reactivo estireno-7,8-óxido (SO), que é capaz de se ligar covalentemente com macromoléculas sendo directamente responsável pelos efeitos genotóxicos do estireno. A formação de adutos de proteína no sangue é considerado um poderoso indicador da formação do aduto de ADN. Pode-se afirmar que a medição do aduto SO-Hb é uma forma específica de avaliar a exposição ao estireno a nível ocupacional e ambiental (Teixeira, 2008; Rueff, 2009).

Segundo vários estudos, a recolha da amostra do sangue é realizada nos trabalhadores, por punção venosa, alguns minutos após o final do turno. Dos vários artigos analisados, o método de análise da concentração de estireno no sangue mais utilizado (Apêndice III e IV) é a cromatografia gasosa com espectrometria de massa (GC-MS) (Tornero-Velez, Toxicological Sciences, 2001; Luderer, 2004; Serdar, 2006). As especificações deste método estão descritas na tabela 4.6.

**Tabela 4.6 – Método GC-MS – Tornero-Velez, 2001**  
(Apêndice III)

<b>Dessorção</b>	Térmica com 1,5 ml de acetato de etilo.
<b>Injecção (volume/condições)</b>	3 µl
<b>Injecção (temperatura)</b>	70°C
<b>Temperatura do Detetor</b>	150°C
<b>Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)</b>	A temperatura do forno foi mantida a 50°C durante 1 min e depois foi aumentando em 10°C/min até aos 160°C. Os compostos que atrasavam a reacção foram removidos aumentando a temperatura em 50°C/min até aos 250°C, mantendo-se durante 5 min
<b>Gás Transportador</b>	Hélio com um fluxo de 1,5 ml/min
<b>Especificação da Coluna</b>	Um DB-1, 30 m x 0,25 mm de coluna de sílica fundida (0,25 µm espessura) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA)
<b>Calibração</b>	n.d.
<b>Intervalo e precisão</b>	n.d.
<b>Nível de detalhe estimado</b>	Os limites de detecção (LODs), definidos como três vezes o ruído de fundo do pico-a-pico, foram de 0,2 ng de estireno (2,5 µg / ml de sangue) e 4 pg (0,05 µg / ml de sangue) para o SO
<b>Preparação da amostra</b>	As soluções foram concentradas sob uma corrente suave de azoto a 25 µL, e transferidas para um frasco cónico de inserção, para a qual foi adicionado 25 µl de acetato de etilo
<b>Padrão Interno</b>	Após centrifugação, 50 µg de estireno (padrão interno) foi adicionado a 3,5 ml do extracto de pentano recuperado

#### 4.4. Implementação de Medidas Preventivas

Após a realização do protocolo acima definido e análise dos seus resultados, caso os níveis de exposição ao estireno ultrapassem os limites recomendados, deverão ser implementadas medidas correctivas. No entanto, a implementação de medidas preventivas deverá ser uma prioridade, de forma a minimizar os efeitos para a saúde da exposição ocupacional ao estireno. A redução dos níveis de estireno nos locais de

trabalho deverá ser obtida através da implementação de sistemas de ventilação apropriados e do uso de equipamento de protecção individual que permitam uma redução dos níveis de estireno inalado (Nakayama, 2004).

É igualmente importante assegurar a existência e utilização de fichas de segurança (Anexo II), para que os ortoprotésicos que estão expostos às resinas poliéster (que contêm estireno na sua composição) conheçam os parâmetros e informações que as caracterizem, de forma a permitir uma boa utilização das mesmas, tais como:

- Medidas de controlo de derramamento;
- Manuseamento e Armazenamento;
- Controlo da exposição e protecção individual;
- Propriedades Físico – Químicas;
- Estabilidade e Reactividade;
- Informações Toxicológicas;
- Informações Ecológicas;
- Considerações sobre tratamento e disposição;
- Regulamentações (rotulagens e etiquetas de advertência sobre riscos; precauções e primeiros socorros).

Da informação que consta das fichas de segurança, como medidas preventivas de Higiene e Segurança no Trabalho, destacam-se as que se seguem.

### **A. Controlo da Exposição**

O controlo da exposição passa por medidas de controlo de engenharia para protecção colectiva dos trabalhadores. Para manter a exposição dos trabalhadores abaixo dos limites de exposição recomendados, é necessário um sistema de ventilação local ou um extractor de ar geral. A ventilação local é utilizada na maioria dos casos, pois permite controlar as emissões do contaminante na fonte, prevenindo a dispersão para a área de trabalho. Existem ainda procedimentos recomendados para a monitorização da exposição. A monitorização ambiental consiste na medição e na avaliação dos níveis da substância no ar, no sentido de estimar a exposição ocupacional e o risco para a saúde, através de uma comparação dos resultados com as referências existentes. Já na monitorização biológica, a medição e a avaliação da substância visa

estimar a quantidade biodisponível (dose interna na urina e no sangue), com o objetivo de assegurar que a exposição do indivíduo não alcance níveis nocivos. Existem valores limite de exposição ao estireno que devem ser respeitados, de acordo com a Norma Portuguesa 1796, de Setembro de 2007 (Anexo I).

### **B. Equipamento de Proteção Individual**

Deverão ser utilizados equipamentos de proteção individual, cada um com as suas especificações, de acordo com o tipo de exposição em questão. No caso das resinas poliéster é necessária protecção para o aparelho respiratório (máscara), para as mãos (luvas resistentes ao material), para os olhos (óculos de segurança ou protector facial resistente), para a pele e corpo (calçado de protecção e vestuário resistentes). Existem medidas de higiene obrigatórias para o trabalho com resinas, como evitar o contacto com alimentos e lavar muito bem as mãos com água e sabão após o manuseamento do material (Anexo II).

### **C. Condições de Armazenamento**

As condições de armazenamento das resinas devem ser cumpridas, assim como as condições da área de trabalho, nomeadamente a ventilação e temperatura, que devem ser as adequadas para promover uma utilização mais segura do material (Anexo II). Por exemplo, temperaturas elevadas conduzem a uma maior evaporação do estireno e conseqüentemente a níveis superiores desta substância no ar inalado (CEFIC, 2011).

## Bibliografia

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs and BEIs Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices-Cincinnati, OH (2001) pp.53-91

Alexander, M. Environmental fate and effects of styrene. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol* N.º 27 (1997) pp.383–410

Andrysek J. Lower-limb prosthetic technologies in the developing world: A review of literature from 1994-2010. *Prosthet Orthot Int.* N.º 34(4) (2010) pp.378-98.

Anttila A., Pukkala E., Riala R., Markku Sallme, Kari Hemminki. Cancer incidence among Finnish workers exposed to aromatic hydrocarbons. *Int Arch Occup Environ Health* N.º71 (1998) pp.187-193

ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Division of Toxicology and Environmental Medicine ToxFAQs. Styrene (2007)

ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for styrene. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service (2010)

Bardodej, Z. e Bardodejova, E. Biotransformation of ethyl benzene, styrene, and alpha methylstyrene in man. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* N.º31 (1970) pp.206–209

Benignus V.A., Geller A.M., Boyes W.K., Bushnell P.J. Human Neurobehavioral Effects of Long-Term Exposure to Styrene: A Meta-Analysis. *Environmental Health Perspectives* Volume 113, N.º5 (2005) pp.532-538

Boccellino M., Franca Cuccovillo, Maria Napolitano, Nicola Sannolo, Ciro Balestrieri, Antonio Acampora, Alfonso Giovane, Lucio Quagliuolo. Styrene-7,8-oxide activates a complex apoptotic response in neuronal PC12 cell line. *Carcinogenesis* Volume 24, N.º3 (2003) pp.535–540

Bonastre, M. J. *Pharmac. Chim.* N.º13 (1827) pp.149

Boogaard P.J., de Kloe K.P., Brian A. Wong, Susan C. J. Sumner, William P. Watson and Nico J. van Sittert Quantification of DNA Adducts Formed in Liver, Lungs and Isolated Lung Cells of Rats and Mice Exposed to C-Styrene by Nose-Only Inhalation. *Toxicological Sciences* N.º57 (2000) pp.203-216

Boogaard P.J., de Kloe K.P., Sumner S.C. J., van Elburg P. A., Wong B. A. Disposition of styrene in Rats and Mice Exposed by Recirculating Nose-Only Inhalation. *Toxicological Sciences* N.º58 (2000) pp.161-172

Brodkin C. A., Moon J-D., J. Camp, D. Echeverria, C. A. Redlich, R. A. Willson, H. Checkoway. Serum hepatic biochemical activity in two populations of workers exposed to styrene. *Occup Environ Med* N.º58 (2001) pp.95–102

Brooks S.M., Anderson L., Emmett E., Carson A., Tsay J., Elia V., Buncher R., Karbowsky R. The effects of protective equipment on styrene exposure in workers in the reinforced plastics industry. *Arch Environ Health* N.º35 (5) (1980) pp.287–294

Campo P., Pouyatos B., Lataye R., Morel G. Is the aged rat ear more susceptible to noise or styrene damage than the young ear? *Noise Health* N.º5 (2003) pp.1-18

Carlo R.V., Feng H.A., Morata T.C., Kardous C.A. An occupational exposure assessment of styrene and noise in the fiber-reinforced plastic boat manufacturing industry. U.S. Department of Health and Human Services (2007)

CEFIC – The European UP/VE Resin Association. Occupational Exposure to Styrene: Unsaturated Polyester Resin and Vinyl Ester Resin Safe Handling Guide, 2011

ChemSystems. Styrene/Ethylbenzene PERP07/08-4 (2009)

Chen G., Chi L., Kostyniak P.J., Henderson D. Styrene Induced Alterations in Biomarkers of Exposure and Effects in the Cochlea: Mechanisms of Hearing Loss. *Toxicological Sciences* N.º98(1) (2007) pp.167–177

Cheng S., Chen M., Hung P., Chiou-Jong Chen, I-Fang Mao. Olfactory loss in poly (acrylonitrile-butadiene-styrene) plastic injection-moulding workers. *Occupational Medicine* N.º54 (2004) pp.469–474

Clay P. Styrene monomer does not induce unscheduled DNA synthesis in the mouse liver following inhalation exposure. *Mutagenesis* Volume 19, N.º6 (2004) pp.489-492

Cruzan G., Cushman J.R., Andrews L.S., Granville G.C., Johnson K.A., Hardy C.J., Coombs D.W., Mullins P.A., Brown W.R. Chronic Toxicity/Oncogenicity Study of Styrene in CD Rats by Inhalation Exposure for 104 Weeks. *Toxicological Sciences* N.º46 (1998) pp.266-281

Dalton P., Peter S.J. Lees, Michele Gould, Daniel Dilks, Aleksandr Stefaniak, Michael Bader, Andreas Ihrig, Gerhard Triebig. Evaluation of Long-Term Occupational Exposure to Styrene Vapor on Olfactory Function. *Chem. Senses* N.º32 (2007) pp.739–747

Dolan, C. The Army Medical Biomechanical Research Laboratory porous laminate patellar-tendon-bearing prosthesis. *Artif Limbs* N.º 12(1) (1968) pp. 25-34.

Eitaki Y., Kawai T., Kishi R., Sakurai H., Ikeda M. Stability in Urine of Authentic Phenylglyoxylic and Mandelic Acids as Urinary Markers of Occupational Exposure to Styrene. *J Occup Health* N.º 50 (2008) pp. 221–228

Engsberg J.R., Sprouse S.W., Uhrich M.L., Ziegler B.R., Luitjohan F.D. Comparison of Rectified and Unrectified Sockets for Transtibial Amputees. *J Prosthet Orthot.* N.º18(1) (2008) pp.1-7

Engstrom J., Astrand I., Wigaeus, E. Exposure to styrene in a polymerization plant. Uptake in the organism and concentration in subcutaneous adipose tissue. *Scand. J. Work Environ. Health* N.º4 (2) (1978) pp.324-329

EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Occurrence of synthetic organic chemicals in drinking water, food and air. Office of Drinking Water (1987)

EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Dermal Exposure Assessment. Principles and Applications. Office of Research and Development (1992)

Eriksson K. e Wiklund L. Dermal Exposure to Styrene in the Fibreglass Reinforced Plastics Industry. *Ann. occup. Hyg.*, Volume 48, N.º3 (2004) pp.203–208

Fustinoni S., Manini P., Campo L., G. De Palma, R. Andreoli, A. Mutti, P.A. Bertazzi, S.M. Rappaport. Assessing variability and comparing short-term biomarkers of styrene exposure using a repeated measurements approach. *Toxicology Letters* N.º192 (2010) pp.40–44

Gibbs B. F., Mulligan C.N. Styrene Toxicity: An Ecotoxicological Assessment. *Ecotoxicol. Environ. Safety* N.º38(3) (1997) pp.181-194

Godderis L., De Boeck M., Haufroid V., Emmery M., Raluca Mateuca, Sophie Gardinal, Micheline Kirsch-Volders, Hendrik Veulemans, Dominique Lison. Influence of Genetic Polymorphisms on Biomarkers of Exposure and Genotoxic Effects in Styrene-Exposed Workers. *Environmental and Molecular Mutagenesis* N.º44 (2004) pp.293–303

Godderis L., Aka P., M. Kirsch-Volders, H. Veulemans. Comparison of genotoxic potency of styrene 7,8-oxide with g radiation and human cancer risk estimation of styrene using the rad-equivalence approach. *Mutagenesis* Volume 22, N.º3 (2007) pp.209–215

Gong Y. Y., Kishi R., Katakura Y., Tsukishima E., Fujiwara K., Kasai S., Satoh T., Sata F., Kawai T. Relation between colour vision loss and occupational styrene exposure level. *Occup Environ Med* N.º59 (2002) pp. 824–829

Gopal K.V., Wu C., Moore E.J., Gross G.W. Assessment of Styrene Oxide Neurotoxicity using in vitro Auditory Cortex Networks. Submitted to the “International Journal of Otolaryngology”

Green T., Toghil A., Foster J.R. The role of cytochromes P-450 in styrene induced pulmonary toxicity and carcinogenicity. *Toxicology* N.º169 (2001) pp.107–117

Hampton C. V., Pierson W. R., Harvey T. M., Updegrove W. S., Marano, R. SHydrocarbon gases emitted from vehicles on the road: 1. A qualitative gas chromatography/ mass spectroscopy survey. *Environ. Sci. Technol.* N.º16 (1982) pp.287–298

Harashima M., Niimi S., Hitomi Koyanagi, Masashi Hyuga, Seiji Noma, Taiichiro Seki, Toyohiko Ariga, Toru Kawanishi, Takao Hayakawa. Change in Annexin A3 Expression

by Regulatory Factors of Hepatocyte Growth in Primary Cultured Rat Hepatocytes. Biol. Pharm. Bull. N.º29(7) (2006) pp.1339-1343

Harrison, Robert J. Chemicals in Occupational Medicine. San Francisco, Prentice-Hall International Inc. (1990) pp.327-358

Harkonen H., Lehtniemi A., Aitio A. Styrene exposure and the liver. Scand J Work Environ Health N.º10 (1984) pp.59-61

Herbert N., Simpson D., Spence W.D., Ion W. A preliminary investigation into the development of 3-D printing of prosthetic sockets, J Rehabil Res Dev. N.º42(2) (2005) pp.141-6.

Hill, J. T. A manual for the preparation of above and below elbow porous prostheses. Army Prosthetics Research Laboratory Technical Report N.º 6204 (Janeiro 1962)

Hill, J. T. Porous polyester laminates. Army Prosthetics Research Laboratory Technical Report N.º 6217 (Agosto 1962)

Hill, J. T. e Leonard, F. Porous plastic laminates for upper-extremity prostheses. Artif. Limbs (1963) pp.17-30

Hirasawa F., Masami Kawagoe, Jing-Shu Wang, Szilvia Arany, Xiao-Ping Zhou, Ayako Kumagal, Yukio Koizumi, Souichi Koyota, Toshihiro Sugiyama. Gadolinium chloride suppresses styrene-induced cytochrome P450s expression in rat liver. Biomedical Research N.º28 (2007) pp.323-330

Hoffmann J., Ihrig A., Hoth S., Triebig G. Field Study to Explore Possible Effects of Styrene on Auditory Function in Exposed Workers. Industrial Health N.º44 (2006) pp.283–286

Hofmann C., Putz C., Semder B., Faller T.H., Csanady G.A., Filser J.G. Styrene-7,8-Oxide Burden in Ventilated, Perfused Lungs of Mice and Rats Exposed to Vaporous Styrene. Toxicological Sciences N.º90(1) (2006) pp.39–48

Hynes D.E., De Nicola D.B., Carlson, G.P. Metabolism of styrene by mouse and rat isolated lung cells. Toxicol. Sciences N.º51 (1999) pp.195–201

IARC – International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Volume 60, Some industrial chemicals (1994)

IARC – International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Volume 82, Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, Naphthalene and Styrene (2002)

ICRC Manufacturing Guidelines, Trans-Femoral Prosthesis - Physical Rehabilitation Programme, Setembro 2006

James D. H., Castor W. M. Styrene. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley (2011)

Jensen A.A., Breum N.O., Bacher J., Lynge. E. Occupational exposures to styrene in Denmark 1955–88. Am J Ind Med N.º17 (1990) pp.593–606.

Johnson A.C., Morata T.C., Ann-Cathrine Lindblad, Per R. Nylen, Eva B. Svensson, Edward Krieg, Aleksandar Aksentijevic, Deepak Prasher. Audiological findings in workers exposed to styrene alone or in concert with noise. Noise Health N.º8 (2006) pp.45-57

Johnson, T. Estimated incremental exposures to styrene emitted by model composite fabricating facilities. Technical Reports for the Styrene Information and Research Center (1999)

Kirchstetter T., Singer B., Harley, R. Impact of California reformulated gasoline in motor vehicle emissions: 2. Volatile organic compound speciation and reactivity. Environ. Sci. Technol. N.º33 (1999) pp.318–328

Kirk-Othmer. Encyclopedia of Chemical Technology. John Wiley and Sons, New York (1997)

Kishi R., Sata F., Yoko Katakura, Rui-Sheng Wang, Tamie Nakajima. Effects of Pregnancy, Age and Sex in the Metabolism of Styrene in Rat Liver in Relation to the Regulation of Cytochrome P450 Enzymes. J Occuo Health N.º47 (2005) pp.49-55

Kitamura S., Ohmegi M., Sanoh S., Sugihara K., Yoshihara S., Fujimoto N., Ohta S.. Estrogenic Activity of Styrene Oligomers after Metabolic Activation by Rat Liver Microsomes. *Environmental Health Perspectives*, Volume 111, N.º3 (2003)

Kivisto H., Pekari K., Aitio A. Analysis and stability of phenylglyoxylic and mandelic acids in the urine of styrene-exposed people. *Int Arch Occup Environ Health* N.º64 (1993) pp.399-403

Kogevinas M., Ferro G., Andersen A., Bellander T., Biocca M., Coggon D., Gennaro V., Hutchings S., Kolstad H., Lundberg I., Lynge E., Partanen T., Saracci R. Cancer mortality in a historical cohort study of workers exposed to styrene. *Scand J Work Environ Health* N.º20 (1994) pp.251-261

Kolstad H.A., Lynge E., Jern Olsen, Niels Breum. Incidence of lymphohematopoietic malignancies among styrene-exposed workers of the reinforced plastics industry. *Scand J Work Environ Health* N.º20 (1994) pp.272-278

Kolstad H. A., Juel K., Olsen J., Lynge E.. Exposure to styrene and chronic health effects: mortality and incidence of solid cancers in the Danish reinforced plastics industry. *Occupational and Environmental Medicine* N.º52 (1995) pp.320-327

Kolstad H.A., Bisanti L., Roeleveld N., Baldi R., Bonde J.P., Joffe M. Time to pregnancy among male workers of the reinforced plastics industry in Denmark, Italy and The Netherlands. *Scand J Work Environ Health* N.º26(4) (2000) pp.353-358

Laffon B., Pasaro E., Mendez J. Effects of styrene-7,8-oxide over p53, p21, bcl-2 and bax expression in human lymphocyte cultures. *Mutagenesis* Volume 16 (2001) pp.127-132

Lanosa M.J., Willis D.N., Jordt S., Morris J.B. Role of Metabolic Activation and the TRPA1 Receptor in the Sensory Irritation Response to Styrene and Naphthalene. *Toxicological Sciences* N.º115(2) (2010) pp.589–595

Lataye R., Campo P., Loquet G., Morel G.. Combined effects of noise and styrene on hearing: Comparison between active and sedentary rats. *Noise Health* N.º7 (2005) pp.49-64

Lees P.S.J., Stefaniak A., Emmett E.A., Dalton P. Exposure Assessment for Study of Olfactory Function in Workers Exposed to Styrene in the Reinforced-Plastics Industry. *American Journal of Industrial Medicine* N.º44 (2003) pp. 12–23

Lemasters G.K., Carson A., Samuels S.J. Occupational styrene exposure for twelve product categories in the reinforced-plastics industry. *Am Ind Hyg Assoc J* N.º46 (1985) pp.434–41

Liljelind I.E., Rappaport S.M., Levin J.O., Pettersson Strömbäck A.E., Sunesson A-L. K., Järholm B.G. Comparison of self-assessment and expert assessment of occupational exposure to chemicals. *Scand J Work Environ Health* N.º27(5) (2001) pp. 311-317

Liljelind I., Rappaport S., Eriksson K., Andersson J., Bergdahl I. A., Sunesson A-L., Järholm B. Exposure assessment of monoterpenes and styrene: a comparison of air sampling and biomonitoring. *Occup Environ Med* N.º 60 (2003) pp. 599–603

Limasset J.C., Simon P., Poirot P., Subra I., Grzebyk M. Estimation of the percutaneous absorption of styrene in an industrial situation. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* N.º72 (1999) pp.46–51

Lin Y. S., Kupper L. L., Rappaport S. M.. Air samples versus biomarkers for epidemiology. *Occup Environ Med* N.º62 (2005) pp. 750–760

Luderer U., Tornero-Velez R., Shay T., Rappaport S., Heyer N., Echeverria D. Temporal association between serum prolactin concentration and exposure to styrene. *Occup Environ Med* N.º61 (2004) pp.325–333

Lundberg I., Hogsted C., Liden C., Nise G. Organic Solvents and Related Compounds, in *Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine*. Philadelphia, WB Saunders (2005) pp.991-1009

Ma M., Umemura T., Mori Y., Gong Y., Saijo Y., Sata F., Kawai T., Kishi R. Influence of genetic polymorphisms of styrene-metabolizing enzymes and smoking habits on levels of urinary metabolites after occupational exposure to styrene. *Toxicology Letters* N.º160 (2005) pp.84–91

Maarse, H. Natural Occurrence and Routes of Formation of Styrene in Food. TNO Nutrition and Food Research, Netherlands Organization for Applied Scientific Research, Zeist, The Netherlands (1992)

Mahler J.F., Price H.C., Jr., O'Connor R.W., Wilson R.E., Eldridge S.R., Moorman M.P. Morgan D.L.. Characterization of Hepatocellular Resistance and Susceptibility to Styrene Toxicity in B6C3F1 Mice. *Toxicological Sciences* N.º48 (1999) pp.123–133

Matanoski G.M. e Tao X. Styrene Exposure and Ischemic Heart Disease: A Case-Cohort Study. *Am J Epidemiology* N.º 58 (2003) pp.988–995

Migliore L., Naccarati A., Alessia Zanello, Roberto Scarpato, Lucia Bramanti, Massimo Mariani. Assessment of sperm DNA integrity in workers exposed to styrene. *Human Reproduction* Volume 17, N.º11 (2002) pp.2912–2918

Migliore L., Colognato R., Naccarati A., Bergamaschi E. Relationship between genotoxicity biomarkers in somatic and germ cells: findings from a biomonitoring study. *Mutagenesis* Volume 21, N.º2 (2006) pp. 149–152

Miller R. R., Newhook R., Poole A. Styrene production, use, and human exposure. *Crit. Rev. Toxicol.* N.º24(1) (1994) pp1–10

Minamoto K., Nagano M., Inaoka T., Takao Kitano, Kayo Ushijima, Yoshiharu Fukuda, Makoto Futatsuka. Skin Problems among Fiber-Glass Reinforced Plastics Factory Workers in Japan. *Industrial Health* N.º40 (2002) pp.42-50

Morata T.C., Campo P. Ototoxic effects of styrene alone or in concert with other agents: A review. *Noise Health* N.º4 (2002) pp.15-24

Morris J.B. Uptake of Styrene in the Upper Respiratory Tract of the CD Mouse and Sprague-Dawley Rat. *Toxicological Sciences* N.º54 (2000) pp.222–228

Nakayama S., Nishide T., Horike T., Kishimoto T., Kira S. Evaluation of the Efficiency of Respiratory Protective Equipment based on the Biological Monitoring of Styrene in Fibreglass Reinforced Plastics Industries. *J Occup Health* N.º 46 (2004) pp. 132–140

NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health. NOES - National Occupational Exposure Survey (1988, 1990)

Nylander-French L. A., Kupper L. L., Rappaport S. M. An Investigation of Factors Contributing to Styrene and Styrene-7,8-oxide Exposures in the Reinforced-Plastics Industry. *Ann. Occup. Hyg.*, Volume 43, N.º2 (1999) pp.99-109

Ohyama K., Fumiko Nagai, Yoshiteru Tsuchiya. Certain Styrene Oligomers Have Proliferative Activity on MCF-7 Human Breast Tumor Cells and Binding Affinity for Human Estrogen Receptor  $\alpha$ . *Environmental Health Perspectives* Volume 109, N.º7 (2001) pp.699-703

Ohyama K., Satoh K., Yoshimitsu Sakamoto, Akio Ogata, Fumiko Nagai. Effects of Prenatal Exposure to Styrene Trimers on Genital Organs and Hormones in Male Rats. *Experimental Biology and Medicine* N.º232 (2007) pp.301-308

Öner F., Mungan D., Numan Numanoglu, Yavuz Demirel. Occupational Asthma in the Furniture Industry: Is It Due to Styrene? *Respiration* N.º71 (2004) pp.336–341

Poli D., Carbognani P., Corradi M., Matteo Goldoni, Olga Acampa, Bruno Balbi, Luca Bianchi, Michele Rusca, Antonio Mutti. Exhaled volatile organic compounds in patients with non-small cell lung cancer: cross sectional and nested short-term follow-up study. *Respiratory Research* N.º6 (2005) pp. 71

Prieto-Castelló M.J., Cardona A., Marhuenda D., Roel J.M., A. Corno A. Use of the CYP2E1 genotype and phenotype for the biological monitoring of occupational exposure to styrene. *Toxicology Letters* N.º192 (2010) pp.34–39

Ramsey J.C. e Andersen M.E. A physiologically based description of the inhalation pharmacokinetics of styrene in rats and humans. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* N.º73 (1984) pp.159-175.

Rappaport S.M., Yeowell-O'Connell K., Bodell W. An investigation of Multiple Biomarkers among Workers Exposed to Styrene and Styrene-7,8-oxide. *Cancer Res* N.º56 (1996) pp. 5410-5416

Ritter S.K. Styrene Breakthrough: Novel Engineered Catalyst opens up alternative route to commodity polymer feedstock. *Chemical & Engineering News* N.º85 (12) (2007) p.46-47

Rueff J., Teixeira J.P., Santos L.S., Gaspar J.F. Genetic effects and biotoxicity monitoring of occupational styrene exposure. *Clinica Chimica Acta* N.º399 (2009) pp.8–23

Sathiakumar N., Elizabeth Delzell, Mary Hovinga, Maurizio Macaluso, Jim A. Julian, Rodney Larson, Philip Cole, David C F Muir. Mortality from cancer and other causes of death among synthetic rubber workers. *Occup Environ Med* N.º55 (1998) pp.230–235

Sathiakumar N., Graff J., M. Macaluso, G. Maldonado, R. Matthews, E. Delzell. An updated study of mortality among North American synthetic rubber industry workers. *Occup Environ Med* N.º62 (2005) pp.822–829

Serdar B., Tornero-Velez R., Echeverria D., Nylander-French L. A., Kupper L. L., Rappaport S. M. Predictors of occupational exposure to styrene and styrene-7,8-oxide in the reinforced plastics industry. *Occup Environ Med* N.º63 (2006) pp.707–712

Shen S., Zhang F., Lingbo Gao, Su Zeng, Jiang Zheng. Detection of Phenolic Metabolites of Styrene in Mouse Liver and Lung Microsomal Incubations. *Drug metabolism and disposition* N.º38 (2010) pp.1934–1943

Steele D.H., Thornburg M.J., Stanley J.S., Miller R.R., Brooke R., Cushman J.R., Cruzan G. Determination of styrene in selected foods. *J Agric Food Chem* N.º42 (8) (1994) pp.1661–1665

Takao T., Wakako Nanamiya, Hossein Pournajafi Nazarloo, Koichi Asaba, Kozo Hashimoto. Possible Reproductive Toxicity of Styrene in Peripubertal Male Mice. *Endocrine Journal* N.º47 (2000) pp.343-347

Teixeira J.P., Gaspar J., Silva S., Torres J., Silva S.N., M. Conceição Azevedo, Paula Neves, Blanca Laffon, Josefina Méndez, Carla Gonçalves, Olga Mayan, Peter B. Farmer, José Rueff. Occupational exposure to styrene: modulation of cytogenetic damage and levels of urinary metabolites of styrene by polymorphisms in genes CYP2E1, EPHX1, GSTM1, GSTT1 and GSTP1. *Toxicology* N.º195 (2004) pp. 231–242

Teixeira J.P., Gaspar J., Roma-Torres J., Silva S., Costa C., Roach J., Mayan O., Rueff J., Farmer P.B. Styrene-oxide N-terminal valine haemoglobin adducts in reinforced plastic workers: Possible influence of genetic polymorphism of drug-metabolising enzymes. *Toxicology* N.º237 (2007) pp. 58–64

Teixeira J.P., Silva S., Torres J., Gaspar J., Roach J., Farmer P.B., Rueff J., Mayan O. Styrene-oxide N-terminal valine haemoglobin adducts as biomarkers of occupational exposure to styrene. *Int J Hyg Environ Health*. N.º211(1-2) (2008) pp.59-62.

Teixeira J.P., Gaspar J., Patrícia Coelho, Carla Costa, Susana Pinho-Silva, Solange Costa, Susana Da Silva, Blanca Laffon, Eduardo Pásaro, José Rueff, Peter Farmer. Cytogenetic and DNA damage on workers exposed to styrene. *Mutagenesis* Volume 25 N.º6 (2010) pp. 617–621

Terre'Blanche G., Heyer N., Bergh J.J., Lodewyk J. Mienie, Cornelius J. van der Schyf, Brian H. Harvey. The Styrene Metabolite, Phenylglyoxylic Acid, Induces Striatal-Motor Toxicity in the Rat: Influence of Dose Escalation/Reduction over Time. *Neurotox Res*, N.º20 (2011) pp.97–101

Tornero-Velez R., Rappaport S.M. Physiological Modeling of the Relative Contributions of Styrene-7,8-oxide Derived from Direct Inhalation and from Styrene Metabolism to the Systemic Dose in Humans. *Toxicological Sciences* N.º64 (2001) pp. 151–161

Tornero-Velez R., Waidyanatha S., Pérez H.L., Osterman-Golkar S., Echeverria D., Rappaport S.M. Determination of styrene and styrene-7,8-oxide in human blood by gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography B* N.º757 (2001) pp.59–68

Tossavainen A. Styrene use and occupational exposure in plastics industry. *Scand J Work Environ Health* N.º4(2) (1978) pp.7–13

Triebig G., Werner P., Zimmer H. A Field Study to Determine the Effectiveness of Several Respiratory Protection Masks on the Styrene Exposure during Lamination Activities. *Industrial Health* N.º 47 (2009) pp. 145–154

Van Rooij J.G.M., Kasper A., Triebig G., Werner P., Jongeneelen F. J., Kromhout H. Trends in Occupational Exposure to Styrene in the European Glass Fibre-Reinforced Plastics. *Industry. Ann. Occup. Hyg.*, Volume 52, N.º5 (2008) pp. 337–349

Vaughan R.P., Szewczyk M.T., Michael J. Lanosa, Christopher R. DeSesa, Gerald Gianutsos, John B. Morris. Adenosine Sensory Transduction Pathways Contribute to Activation of the Sensory Irritation Response to Inspired Irritant Vapors. *Toxicological Sciences* N.º93(2) (2006) pp. 411–421

Viaene M. K., Pauwels W., Veulemans H., Roels H. A., Masschelein R. Neurobehavioural changes and persistence of complaints in workers exposed to styrene in a polyester boat building plant: influence of exposure characteristics and microsomal epoxide hydrolase phenotype. *Occup Environ Med* N.º58 (2001) pp.103–112

Vodicka P., Tuimala J., Rudolf Stetina, Rajiv Kumar, Paola Manini, Alessio Naccarati, Luciano Maestri, Ludmila Vodickova, Miroslava Kuricova, Hilikka Järventaus, Zuzana Majvaldova, Ari Hirvonen, Marcello Imbriani, Antonio Mutti, Lucia Migliore, Hannu Norppa, Kari Hemminki. Cytogenetic Markers, DNA Single-Strand Breaks, Urinary Metabolites, and DNA Repair Rates in Styrene-Exposed Lamination Workers. *Environmental Health Perspectives* , Volume 112, N.º8 (2004) pp.867-871

Wallace, L. A. The total exposure assessment methodology (TEAM) study: Summary and analysis, Volume I. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency (1986)

Wallace L.A., Pellizzari E., Hartwell T.D., Perritt R., Ziegenfus R. Exposures to benzene and other volatile organic compounds from active and passive smoking. *Arch Environ Health* N.º42 (5) (1987) pp.272–279

Wallace L.A., Buckley T., Pellizzari E., Gordon S. Breath measurements as volatile organic compound biomarkers. *Environ Health Perspect* N.º 104(5) (1996) pp.861–869

Warner-Selph M., De Vita J. Measurements of toxic exhaust emissions from gasoline-powered light-duty vehicles. SAE Technical Paper 892075 (1989)

Welp E., Manolis Kogevinas, Aage Andersen, Tom Bellander, Marco Biocca, David Coggon, Jacques Esteve, Valerio Gennaro, Henrik Kolstad, Ingvar Lundberg, Elsebeth Lyng, Timo Partanen, Alan Spence, Paolo Boffetta, Gilles Ferro, Rodolfo Saracci. Exposure to Styrene and Mortality from Nervous System Diseases and Mental Disorders. *Am J Epidemiol* Volume 144, N.º7 (1996) pp.623-633

WHO, World Health Organization. Environmental Health Criteria 26 Styrene. Geneva; 1983

Wieczorek H. e Piotrowski J. Evaluation of low exposure to styrene. I. Absorption of Styrene vapors by inhalation under experimental conditions. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* N.º57 (1985) pp.57-69

Wongvijitsuk S., Navasumrit P., Vattanasit U., Parnlob V., Ruchirawat M. Low level occupational exposure to styrene: Its effects on DNA damage and DNA repair. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* N.º214 (2011) pp.127–137

Yanagiba Y., Ito Y., Osamu Yamanoshita, Shu-Yun Zhang, Gen Watanabe, Kazuyoshi Taya, Chun Mei Li, Yuko Inotsume, Michihiro Kamijima, Frank J. Gonzalez, Tamie Nakajima. Styrene Trimer May Increase Thyroid Hormone Levels via Down-Regulation of the Aryl Hydrocarbon Receptor (AhR) Target Gene UDP-Glucuronosyltransferase. *Environmental Health Perspectives* Volume 116, N.º6 (2008) pp.740-745

## **Anexos**

**Anexo I – Norma Portuguesa 1796 (Setembro de 2007)****Segurança e Saúde do Trabalho****Valores limite de exposição profissional a agentes químicos**Valores Limite de Exposição (VLE)

Os valores limite de exposição adoptados apresentam-se no quadro seguinte, por ordem alfabética do agente.

Substância		VLE			Base do VLE
Designação	N.º CAS	MP	CD	Notação	
Estireno, monómero	100-42-5	20 ppm	40 ppm	A4; IBE	Afecção do SNC; irritação do TRS; neuropatia periférica

**A4 - Agente não classificável como carcinogénico no Homem**

Agente de que se suspeite que possa ter acção carcinogénica no Homem, mas que não pode ser apreciada / avaliada conclusivamente por falta de dados. Os estudos *in vitro* ou em animais de laboratório não produziram evidência que permita a sua classificação nalguma das outras.

**IBE – Índice biológico de exposição**

A notação IBE é indicada na coluna «Notação» quando é também recomendado um índice biológico de exposição para o agente em análise. A monitorização biológica deve ser instituída de forma a avaliar todas as fontes de exposição a determinado agente, incluindo a via cutânea, ingestão e exposições não profissionais.

**SNC – Sistema Nervoso Central****TRS – Tracto Respiratório Superior**

**Anexo II – Fichas de Segurança**

Ficha de Segurança – Estireno.....	70
Ficha de Segurança – Resina Synolite 0432-U-1-P63 – Densiformula .....	79
Ficha de Segurança – Resina Poliéster 617H30 – Otto Bock .....	83
Ficha de Segurança – Resina Poliéster – 3M .....	89
Ficha de Segurança – Resina Poliéster – Tetrosyl.....	98
Ficha de Segurança – Resina Poliéster – Mason Mate.....	101
Ficha de Segurança – Resina Poliéster PE 310 e PE 410 – TIMco .....	106
Ficha de Segurança – Resina Química Poliéster – 3 Marcos.....	110
Ficha de Segurança – Resina Poliéster Insaturada – PoliResinas.....	115
Ficha de Segurança – Resina Poliéster Insaturada – Aerojet .....	125
Ficha de Segurança – Resina Poliéster – Quimidrol .....	130
Ficha de Segurança – Resina Poliéster – Reichhold .....	139

## Ficha de Segurança – Estireno



### Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Nome do produto: **Estireno**  
FISPQ ESTIRENO PA\_01  
Código do Produto: ESTIRENO PA

---

#### 1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

**Nome do Produto:** Estireno

**Código do Produto:** ESTIRENO PA

**Aplicação:** Utilizado na fabricação de poliestireno, borracha sintética, resinas poliéster, copolímeros e derivados.

**Fornecedor:** Ara Química S.A.  
Rua Artur César, 200  
18147-000 – Araçariçuaama/SP

**Telefone de Emergência:** 11 4136 1900

**Fax:** 11 4136 1901

**Página da Web:** www.araquimica.com.br

---

#### 2. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

**FRASE PADRÃO:** O produto é uma substância.

**Natureza Química:** Líquido incolor, inflamável, tóxico, de odor aromático e penetrante.

<u>Nome Químico</u>	<u>Nº CAS</u>	<u>Concentração %</u>	<u>Classificação de risco</u>	<u>Notas</u>
Estireno	100-42-5	90 – 100	3 (Inflamável)	2055 (Nº ONU)

**Sinônimo:** Estireno; Estireno PA; Monômero de estireno; Vinil benzeno; Fenil etileno; Etenil benzeno.

---

#### 3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

**Principais perigos:**

Saúde:

- Olhos: Pode causar irritação. Os sintomas podem ser de ardência, lacrimejamento, vermelhidão e inchamento.
- Pele: Pode causar irritação. A exposição prolongada ou repetida pode causar ressecamento da pele. Os sintomas podem ser de vermelhidão, queimadura, ressecamento e descamação da pele. A absorção pela pele é possível, mas não é provável quando manuseado e utilizado de acordo com as Normas de Segurança do Trabalho.
- Ingestão: Pode causar irritação ao trato gastro-intestinal e os sintomas podem ser náusea, vômito e diarreia. Pode causar também Depressão do Sistema Nervoso Central e os sintomas podem ser

---

Data de elaboração:  
21/Jan/02

Data da revisão:  
21/Jan/02

Número de revisão:  
01

1



## Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Nome do produto: **Estireno**  
FISPQ ESTIRENO PA\_01  
Código do Produto: ESTIRENO PA

letargia, insônia e tontura. Durante a ingestão ou vômito, o material pode ir para os pulmões e pode causar inflamação, convulsões e risco de edema pulmonar.

- **Inalação:** Causa irritação ao sistema respiratório. Os sintomas podem ser tosse e dificuldade em respirar. Age como sedativo ao sistema nervoso central. A exposição a altas concentrações pode causar acúmulo de fluido nos pulmões (edema pulmonar) causando EMERGÊNCIA MÉDICA.
- **Exposição crônica:** A exposição contínua a este material pode causar náusea, vômito, perda de apetite, sensação de entorpecimento, fraqueza e doenças funcionais do sistema nervoso e fígado. Pode causar dermatite. As mulheres podem ter disfunções na menstruação e ovulação. Pode causar efeitos mutagênicos e teratogênicos.
- **Agravamento em condições pré-existentes:** Pessoas com doenças de pele, olhos, fígado, sistema nervoso central e dificuldade na respiração pré-existentes, podem ser mais suscetíveis aos efeitos deste material.

### Perigos físicos/ químicos:

- **Risco a saúde:** 3 – Severo (causa câncer)
- **Taxa de Inflamabilidade:** 3 – Severo (inflamável)
- **Taxa de reatividade:** 2 – Moderado
- **Taxa de contato:** 2 – Moderado
- **Equipamentos de Proteção de Laboratório:** Óculos, máscara facial, avental, luvas, sapatos de segurança, capela com exaustão, extintor Classe B.
- **Código de cores para armazenamento:** Vermelho (inflamável)

### Meio ambiente:

- **Solo:** Quando liberado no solo espera-se que evapore rapidamente e que seja biodegradável.
- **Água:** Quando liberado na água espera-se que evapore rapidamente e que seja biodegradável.
- **Ar:** Quando liberado no ar espera-se que este material seja degradado pela reação com os radicais hidroxila produzidos fotoquimicamente. O tempo de meia-vida no ar é menor que 01 (um) dia.
- **Toxicidade ambiental:** A concentração letal para os peixes LC50/96 horas é de entre 1 (uma) e 10 (dez) mg/l.

Perigos específicos: N/A.

## 4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

**Inalação:** Remover o acidentado para local ventilado. Se não estiver respirando, proceder à respiração artificial. Se a respiração for difícil, fornecer oxigênio. Chamar o médico.

**Contato com a pele:** Imediatamente lavar a pele com sabão e água em abundância por no mínimo de 15 (quinze) minutos e retirar as roupas e sapatos contaminados com o material. Chamar o médico. Lavar muito bem a roupa antes de reutilizá-la. Limpar completamente os sapatos antes de reutilizá-los.

**Contato com os olhos:** Imediatamente lavar os olhos com água em abundância por no mínimo 15 (quinze) minutos, levantando as pálpebras superiores e inferiores alternadamente. Chamar o médico imediatamente.

Data de elaboração:  
21/Jan/02

Data da revisão:  
21/Jan/02

Número de revisão:  
01

2



## Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Nome do produto: **Estireno**  
FISPQ ESTIRENO PA\_01  
Código do Produto: ESTIRENO PA

**Ingestão:** NÃO induzir ao vômito e dar água em abundância, se o acidentado estiver consciente. Nunca dar algo pela boca à pessoa inconsciente. Chamar o médico.

**Sintomas/ efeitos mais importantes:**

Olhos: Irritação.

Pele: Queimadura.

Ingestão: Lesão gastro-intestinal.

Inalação: Irritação no trato respiratório.

**Proteção para os prestadores de primeiros socorros:** Óculos, máscara facial, avental, luvas, sapatos de segurança, extintores Classe B.

**Notas para o médico:**

- Se for realizada lavagem gástrica, sugere-se controle endotraqueal e/ou esofágico.
- O perigo de aspiração pulmonar deve ser avaliado tendo em conta o grau de toxicidade, se decidir pelo esvaziamento do estômago.
- Se aspirado, poderá ocorrer rápida absorção através dos pulmões e causar efeitos sistêmicos; a decisão de provocar vômito ou não, deve ser tomada pelo médico.
- Se houver queimadura, tratar como qualquer outra queimadura térmica depois da descontaminação.
- Não há antídoto específico. O tratamento deve ser baseado no julgamento médico, em resposta às reações do acidentado.

### 5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

**Meios de extinção apropriados:** Água pressurizada, PQS, espuma e dióxido de carbono.

**Meios de extinção contra indicados:** N/A.

**Perigos específicos:** Na presença de fogo, poderá ocorrer a polimerização do material. Se a polimerização ocorrer em recipiente fechado há a possibilidade deste se romper violentamente. Resfriar o recipiente com água.

**Métodos específicos:** N/A.

**Equipamentos especiais para proteção dos bombeiros:**

Para proteção respiratória: Usar aparelho de isolamento autônomo ou de adução de ar.

Para proteção do corpo: Vestimenta resistente ao material.

### 6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

**Precauções pessoais:** Ventilar a área em caso de vazamento ou derramamento. Retirar todas as fontes de ignição. Usar Equipamento de Proteção Individual conforme especificado no item 8. Isolar a área de risco. Manter afastadas as pessoas não autorizadas e sem proteção.

Data de elaboração:  
21/Jan/02

Data da revisão:  
21/Jan/02

Número de revisão:  
01

3



## Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Nome do produto: **Estireno**  
FISPQ ESTIRENO PA\_01  
Código do Produto: ESTIRENO PA

**Precauções para o meio ambiente:** No caso de grandes derramamentos de material interromper a fonte prevenindo a dispersão em drenos, esgotos e cursos de água. Se for inevitável a dispersão, comunicar a autoridade competente. Bombear ou transferir com vácuo o material derramado a um recipiente limpo para recuperação.

**Métodos para remoção e limpeza:** Conter e recuperar o material, se possível. Utilizar ferramentas e equipamentos que não produzam faíscas. Coletar o líquido ou absorve-lo em um material inerte (p.ex., vermiculita, areia seca, terra e outros) e colocar em recipiente destinado para rejeito químico. Não usar materiais combustíveis tais como pó de serra. Não lavar em abundância devido à liberação do produto na rede de esgoto.

**Recuperação:** N/A.

**Neutralização:** N/A.

**Descarte:** Os recipientes vazios deste material podem ser perigosos pois podem apresentar resíduos retidos na forma de vapor, líquido e/ou sólidos. Todas as precauções citadas neste documento devem ser observadas.

**Manuseio:** Devem ser observadas as informações citadas no item 7.

### 7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

#### Manuseio:

Medidas técnicas apropriadas: N/A

Prevenção da exposição: Os níveis atmosféricos devem ser mantidos abaixo dos limites de exposição ocupacional. Evitar a ingestão ou exposição prolongada da pele ou olhos, bem como a inalação de vapores.

Prevenção de fogo ou explosão: Os vapores são mais pesados que o ar e podem apresentar perigo de fogo e de explosão. Podem também acumular em zonas baixas ou moverem-se ao longo do solo até uma fonte de ignição e inflamar-se no percurso até a fonte emissora. Eliminar todas as fontes de ignição. Tomar precauções para evitar o acúmulo de eletricidade estática. Equipamento de transferência deve permitir escoamento de cargas estáticas e deve ser utilizado equipamento anti-deflagrante.

Precauções para manuseio seguro do produto químico: Não utilizar ar ou oxigênio para transferir o produto. Purgar o oxigênio dos vasos antes do enchimento. Prevenir a contaminação do solo e águas subterrâneas.

Avisos de manuseio seguro: Não limpar os recipientes vazios, pois é difícil remover os resíduos do material (vapores e líquido). Não pressurizar, cortar, soldar, furar ou expor tais recipientes ao calor, faísca, chama, eletricidade estática ou outras fontes de ignição, pois podem explodir e causar lesões ou até mesmo a morte. Observar TODOS os avisos e cuidados listados para o material.

#### Armazenamento:

Medidas técnicas apropriadas: N/A

Condições de armazenamento:

Adequadas: Proteger os recipientes contra agentes físicos. Armazenar em áreas bem ventiladas, afastadas da luz solar e longe de fontes de ignição. É recomendada uma área de armazenamento externa ou isolada. A temperatura ideal para armazenagem é igual ou inferior a 26°C.

A serem evitadas: Aumento da temperatura (  $T \geq 32^{\circ}\text{C}$  ).

Produtos incompatíveis: Peróxidos, cloreto de alumínio, ácidos fortes, sais metálicos, halogênios e catalisadores de polimerização.

Data de elaboração:  
21/Jan/02

Data da revisão:  
21/Jan/02

Número de revisão:  
01

4



## Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Nome do produto: **Estireno**  
 FISPQ ESTIRENO PA\_01  
 Código do Produto: ESTIRENO PA

**Materiais para embalagens:** Recipientes de aço inoxidável ou de aço carbono revestido internamente.  
**Recomendações:** Monitorar e controlar os níveis de inibidor e oxigênio. Recomenda-se que a concentração do inibidor seja mantida acima de 5 ppm.  
**Inadequadas:** N/A

### 8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

**Medidas de controle de engenharia:** Um sistema de ventilação local e/ou exaustora geral é recomendado para manter a exposição dos trabalhadores abaixo dos Limites de Exposição atmosférica. A Ventilação Local geralmente é preferível porque pode controlar as emissões do contaminante na fonte, prevenindo a dispersão para a área de trabalho.

**Parâmetros de controle:**

Limites de exposição:

Nome Químico	Limite de Exposição	Tipo	Nota	Referências
Estireno	78 ppm (48 h/semana)	Atmosférica	LT para absorção por via respiratória	LT-NR 15-Anexo N°11
Estireno, monômero	20 ppm (TWA) 40 ppm (STEL/TETO) (40 h/semana)	Atmosférica	A4 - Não-classificável como carcinogênico humano	ACGIH

Indicadores biológicos:

Nome Químico	Limite Biológico	Indicador	Nota	Referências
Estireno	IBPM = 0,8 g/g creat IBPM = 240 mg/g creat.	Ac.mandélico Ác. fenil-glioxílico	Material = urina Material = urina	NR7-Anexo I

Procedimentos recomendados para monitoramento:

- **Monitorização ambiental:** A medida e a avaliação do material no ambiente é realizada para estimar a exposição ambiental e o risco à saúde por comparação dos resultados com referências apropriadas
- **Monitorização biológica:** A medida e a avaliação do material visa estimar a quantidade biodisponível (dose interna), com o objetivo de assegurar que a exposição do indivíduo não alcance níveis nocivos.

Equipamentos de proteção individual:

- **Proteção respiratória:** Se o limite de exposição é excedido, uma máscara semifacial com cartucho para vapor orgânico pode ser usada para até dez vezes o limite de exposição ou a concentração máxima de uso, especificada pelo órgão regulamentador ou o fornecedor da máscara. Uma máscara facial com cartucho para vapor orgânico pode ser usada para até 50 vezes o limite de exposição ou a concentração máxima de uso, especificada pelo órgão regulamentador ou o fornecedor da máscara. Para emergências ou situações onde os limites de exposição não são conhecidos, utilizar respirador com demanda automática de oxigênio.

Data de elaboração:  
21/Jan/02

Data da revisão:  
21/Jan/02

Número de revisão:  
01

5



## Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Nome do produto: **Estireno**  
FISPQ ESTIRENO PA\_01  
Código do Produto: ESTIRENO PA

- 
- Proteção para as mãos: Usar luvas resistentes ao material.
  - Proteção para os olhos: Usar óculos de segurança ou protetor facial resistente ao material. Instalar lava-olhos próximo ao local de trabalho.
  - Proteção para a pele e corpo: Usar calçado de proteção e vestimenta resistentes ao material. Instalar chuveiro próximo ao local de trabalho.

Medidas de higiene: Evite o contato com alimentos. Lave muito bem as mãos com água e sabão após manuseio do material.

---

### 9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

**Estado físico**: Líquido.

**Forma**: N/A.

**Odor**: Aromático e penetrante.

**Cor**: Incolor a levemente amarelado.

**pH**: N/A.

Temperaturas específicas ou faixas de temperatura nas quais ocorrem mudanças de estado físico:

- Ponto de ebulição: 145,2°C
  - Faixa de destilação: N/A.
  - Ponto de congelamento: (-)30,6 °C
  - Ponto de fusão: (-)30,6 °C
  - Temperatura de decomposição: N/A.
  - Ponto de fulgor: 31°C
  - Temperatura de auto-ignição: 490°C
  - Limites de explosividade:
    - LEL: 0,9
    - LES: 6,8
  - Pressão de vapor: 5 mmHg (20°C)
  - Densidade de vapor (ar = 1): 3,6
  - Densidade: 0,9059 (20°C)
  - Solubilidade: desprezível (< 0,1%)
  - Coefficiente de partição água/octanol: 3,06
  - Radioatividade: N/A
  - Densidade aparente: N/A.
  - Outras: N/A.
- 

Data de elaboração:  
21/Jan/02

Data da revisão:  
21/Jan/02

Número de revisão:  
01

6



## Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Nome do produto: **Estireno**  
FISPQ ESTIRENO PA\_01  
Código do Produto: ESTIRENO PA

---

### 10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

**Estabilidade:** É estável com adição de inibidor de polimerização.

**Reações perigosas:** O monômero de estireno não inibido é muito instável e mesmo quando inibido, a polimerização ocorre lentamente à temperatura ambiente e rapidamente com a elevação da temperatura ou em contato com certos iniciadores.

**Condições a evitar:** calor, chama, fontes de ignição, ar, luz e materiais incompatíveis.

**Materiais a evitar:** Vapor do material é explosivo quando exposto ao calor ou chama; reage com oxigênio acima de 40°C para formar um peróxido explosivo sensível ao calor.

**Produtos perigosos de decomposição:** Os produtos resultantes da combustão são monóxido e dióxido de carbono.

---

### 11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

**Toxicidade aguda:**

Inalação: LC50 em ratos é maior que 2.800 ppm/4horas.

Contato com a pele: N/A.

Contato com os olhos: N/A.

Ingestão: LD50 em ratos é de 2.650mg/kg.

**Efeitos locais:**

Olhos: Irritação.

Pele: Queimadura.

Ingestão: Lesão gastro-intestinal.

Inalação: Irritação no trato respiratório.

**Sensibilização:** Exposição excessiva e repetida à quantidade elevada pode causar efeito no sistema nervoso central, fígado e rins. Exposição excessiva e repetida à pequena dose pode causar efeito no sistema nervoso central e irritação no trato respiratório e nos olhos.

**Toxicidade crônica:** Os dados obtidos em estudos de longa duração com animais, e os estudos epidemiológicos de trabalhadores expostos ao estireno não forneceram base adequada para concluir que o material é um cancerígeno.

**Efeitos específicos:** São improváveis defeitos congênitos. Mesmo em exposições agudas que tiveram efeito adverso sobre a mãe, não devem ter algum efeito sobre o feto. Em estudos com animais também não interfere na reprodução.

---

### 12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

**Mobilidade:** N/A.

---

Data de elaboração:  
21/Jan/02

Data da revisão:  
21/Jan/02

Número de revisão:  
01

7



## Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Nome do produto: **Estireno**  
FISPQ ESTIRENO PA\_01  
Código do Produto: ESTIRENO PA

**Persistência/Degradabilidade:** Quando liberado no solo e na água, este material evapora rapidamente e é biodegradável. Quando liberado no ar, este material é degradado pela reação com radicais hidroxila produzidos fotoquimicamente e tem uma meia-vida menor que 01 (um) dia.

**Bioacumulação:** N/A.

**Ecotoxicidade:** LC50/96 horas para peixes está entre 1 (um) e 10 (dez) mg/L.

### 13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

**Resíduos do produto:** O material deverá ser monitorado em uma instalação adequada e aprovada para a disposição de rejeitos.

**Embalagens contaminadas:** Dispor o recipiente e o material não utilizado em conformidade com as regulamentações federal, estadual e local.

### 14. INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

**Terrestre:**

Nome apropriado para embarque: Monômero de Estireno, inibido.

Número ONU: 2055

Classe de risco/ divisão: 3 (INFLAMÁVEL)

Número de risco: 39

Grupo de embalagem: III

Comentários: Líquido inflamável, nocivo por inalação e irritante para olhos e pele.

**Marítimo:**

Nome apropriado para embarque: Monômero de Estireno, inibido.

Número ONU: 2055

Classe de risco/ divisão: IMO 3.3 (INFLAMÁVEL)

Grupo de embalagem: III

Comentários: Líquido inflamável, nocivo por inalação e irritante para olhos e pele.

**Aéreo:**

Nome apropriado para embarque: Monômero de Estireno, inibido.

Número ONU: 2055

Classe de risco/ divisão: ICAO & IATA: 3

Grupo de embalagem: III

Comentários: Líquido inflamável, nocivo por inalação e irritante para olhos e pele.

### 15. REGULAMENTAÇÕES

**Rotulagem:**

Etiqueta de Advertência sobre risco:

Data de elaboração:  
21/Jan/02

Data da revisão:  
21/Jan/02

Número de revisão:  
01

8



## Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Nome do produto: **Estireno**  
FISPQ ESTIRENO PA\_01  
Código do Produto: ESTIRENO PA

“CUIDADO! LÍQUIDO E VAPOR INFLAMÁVEIS. NOCIVO SE INGERIDO, INALADO OU ABSORVIDO PELA PELE. PODE CAUSAR IRRITAÇÃO NA PELE, OLHOS E TRATO RESPIRATÓRIO. AFETA O SISTEMA NERVOSO CENTRAL, FÍGADO E SISTEMA REPRODUTIVO.”

### Etiqueta de precauções:

“Manter longe do calor, faíscas e chamas.  
Manter o recipiente fechado.  
Manusear somente em ambiente com ventilação adequada.  
Evitar contato com os olhos, pele e vestimenta.  
Após o manuseio, lavar as mãos com água e sabão em abundância.  
Evitar respirar o vapor ou névoa.”

### Etiqueta de Primeiros Socorros:

“**Inalação:** Remover o acidentado para local ventilado. Se não estiver respirando, proceder à respiração artificial. Se a respiração for difícil, fornecer oxigênio.

**Contato com a pele:** Imediatamente lavar a pele com sabão e água em abundância por no mínimo de 15 (quinze) minutos e retirar as roupas e sapatos contaminados com o material. Lavar muito bem a roupa antes de reutilizá-la. Limpar completamente os sapatos antes de reutilizá-los.

**Contato com os olhos:** Imediatamente lavar os olhos com água em abundância por no mínimo 15 (quinze) minutos, levantando as pálpebras superiores e inferiores alternadamente.

**Ingestão:** NÃO induzir ao vômito e dar água em abundância, se o acidentado estiver consciente. Nunca dar algo pela boca à pessoa inconsciente.  
CHAMAR O MÉDICO IMEDIATAMENTE.”

**Regulamentação:** Exigências regulamentares estão sujeitas a mudanças e podem diferir de uma região para outra; é responsabilidade do usuário assegurar que suas atividades estejam de acordo com a legislação Municipal, Estadual e Federal.

## 16. OUTRAS INFORMAÇÕES

**EM CASO DE LIBERAÇÃO ACIDENTAL:** Ventilar a área em caso de vazamento ou derramamento. Retirar todas as fontes de ignição. Usar equipamento de proteção individual conforme item 8. Isolar a área de risco. Manter afastadas as pessoas não autorizadas e sem proteção. Conter e recuperar o líquido se possível. Utilizar ferramentas e equipamentos que não produzam faíscas. Coletar o líquido em recipiente apropriado ou absorve-lo em material inerte (p.ex.: vermiculita, areia seca e terra) e colocar em recipiente destinado para rejeito químico. Não usar materiais combustíveis tais como pó de serra. Não lavar em abundância devido à liberação do produto na rede de esgoto e/ou cursos de água. Se o material derramado não estiver em combustão, usar água pressurizada para dispersar os vapores e proteger aqueles que estiverem tentando bloquear o vazamento.

**AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE DOCUMENTO SÃO PRECISAS E ORIENTATIVAS PARA O USO ADEQUADO DO MATERIAL.**

Data de elaboração:  
21/Jan/02

Data da revisão:  
21/Jan/02

Número de revisão:  
01

9

**Ficha de Segurança – Resina Synolite 0432-U-1-P63 – Densiformula**

Ficha de Segurança

**FICHA DE SEGURANÇA**

**1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO**

**1.1 Identificação do produto**  
Resina Synolite 0432-U-1 – P63

**1.2 Identificação da empresa**

**DENSIFORMULA**  
Comércio de Produtos Químicos, Lda.  
Cant. 506 670 888

**2. COMPOSIÇÃO DO PRODUTO/ INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES**

Substância/ Preparado: Preparação de polímero dissolvido  
Nome Químico: Estireno  
Nº CAS: 100-42-5  
% : 12,5-60  
Número CE: 202-851-5  
Símbolo: Xn  
Classificação ADNR: R10, R20, R36/38

**3. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS**

Perigos para a saúde humana: Irritação da pele, olhos e vias respiratórias. A substância afecta o sistema nervoso (central).

**Efeitos e sintomas**

Inalação: Tosse, dor de cabeça, vertigens, sonolência, inconsciência, náuseas e vômitos.  
Ingestão: Dor de garganta, estômago e cabeça, vertigens, vômitos.  
Contacto com a pele: Pele seca, escamada, roxa e negra.  
Contacto com os olhos: Dor, tocos e negros.

**4. MEDIDAS DE PRIMEIROS AUXÍLIOS**

**4.1 Informação geral**

**4.2 Inalação:** Colocar ao ar livre, descansar em posição semi vertical e desapertar a roupa. Aplicar respiração artificial quando há dificuldade em respirar.

**4.3 Contacto com a pele:** Lavar imediatamente com abundante quantidade de água e sabão. Eliminar imediatamente as roupas contaminadas. Solicitar assistência médica se a irritação persistir.

**4.4 Contacto com os olhos:** Enxaguar imediatamente com água abundante. Os preparados devem ser separados dos olhos para assegurar um enxugamento correcto.

1

---

**Ficha de Segurança**

**4.5 Ingestão:** Não provocar vômitos devido ao risco de aspiração. Enxaguar a boca com água. Solicitar a assistência médica.

**4.6 Informação adicional****5. MEDIDAS DE LUTA CONTRA INCÊNDIOS****5.1 Medidas de extinção adequadas**

Pó, Dióxido de Carbono, Espuma, Água pulverizada (só em grandes quantidades)

**5.2 Medidas de extinção que não devem ser utilizadas por razão de segurança****5.3 Produtos perigosos de decomposição térmica**

Em caso de fogo podem-se formar fumos tóxicos

**5.4 Equipamento de protecção especial****5.5 Informação adicional**

Protecção bombeiros: Utilizar traje de protecção e máscara de respiração autónoma.

**6. MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE DERRAME ACIDENTAL****6.1 Precauções individuais**

Colocar equipamento de protecção adequado. Não respirar o vapor.

**6.2 Precauções para a protecção do meio ambiente**

Afastar das condutas, água superficial, água subterrânea e solo.

**6.3 Métodos de limpeza**

Recolher a máxima quantidade possível para um contentor limpo apropriado. Cobrir o restante com um absorvente inerte. Eliminar de acordo com as disposições locais.

**6.4 Informação adicional****7. MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM****7.1 Manuseamento**

Guardar longe do calor. Guardar longe de fontes inflamáveis – Não Fumar. Não respirar o vapor. Evitar o contacto com a pele e olhos. Tomar medidas de precaução de descargas eléctricas.

**7.2 Armazenagem**

Guardar em lugar fresco, bem ventilado e longe de peróxidos. Tomar medidas de precaução de descargas eléctricas. A estabilidade das resinas de poliéster insaturado que contêm estireno será significativamente reduzida se sofrer exposição da luz. Devem armazenar-se na escuridão, exclusivamente em contentores negros e completamente opacos.

**8. CONTROLO DE EXPOSIÇÃO E PROTECÇÃO PESSOAL****8.1 Medidas de ordem técnica**

**Ficha de Segurança****8.2 Valores limite**

Estireno (LMP/LEP):

TWA: 107 (mg/m<sup>3</sup>) de Arbeidsinspectie [Holanda] [2000]

TWA: 25 (ppm) de Arbeidsinspectie [Holanda] [2000]

**8.3 Equipamento de protecção pessoal**

Sistema respiratório: Use ventilação de evacuação local e trabalhe num recinto ventilado. Para maior protecção recomenda-se uma máscara respiratória com cartucho químico (A3).

Pele e corpo: Traje protector resistente aos químicos. Botas resistentes aos produtos químicos.

Mãos: Luvas resistentes a substâncias químicas (Goma de butilo; álcool polivinílico)

Olhos: Óculos de segurança com protecção lateral.

**9. PROPRIEDADES FISICAS E QUIMICAS****9.1 Aspecto**

Estado: Líquido

Cor: Azul

Odor: Característica

**9.2 Dados relevantes de segurança**

**Ponto de ebulição:** O valor conhecido mais baixo é 145° C (293°F)

**Ponto de fusão:** Pode começar a solidificar-se em -31°C (-23.8°F)

**Gravidade específica (@23°C):** 1.1g/cm<sup>3</sup>

**Densidade de vapor:** O valor mais alto conhecido é 3.6 (Ar: 1)

**Pressão de vapor:** O valor mais alto conhecido é 0.6kPa (@ 20°C)

**Propriedades de combustão:**

**Perigo de explosão:**

**Limites de explosão:**

**Temperatura de inflamação:** O valor conhecido mais baixo é 490°C (914°F)

**Pontos de inflamação:** Crisol fechado: 33°C (91.4°F)

**Temperatura de vapor:**

**Peso específico aparente:**

**Solubilidade em água:** Insolúvel em água fria

**PH (1% em H<sub>2</sub>O):**

**Viscosidade:** Dinâmico: >300mPa.s

**10. ESTABILIDADE E REACTIVIDADE**

**10.1. Condições a evitar ( decomposição térmica ): Aquecimento excessivo.  
Proteger contra a luz do sol**

**10.2. Materiais a evitar ( reacções perigosas ): Não mexer com peróxidos**

**10.3. Produtos de decomposição perigosos:** Nenhum

**10.4. Informação adicional:**

**Ficha de Segurança****11. INFORMAÇÃO TOXICA**

Não disponível

**12. INFORMAÇÃO ECOLOGICA**

Não disponível

**13. CONSIDERAÇÕES SOBRE ELIMINAÇÃO****13.1. Produto**

Incineração controlada

**13.2. Embalagens contaminadas**

Os bidões vazios contêm vapores de dissolventes, com perigo de incêndio, explosão e nocividade. Eliminação unicamente por recuperadores autorizados.

**14. INFORMAÇÃO RELATIVA AO TRANSPORTE****14.1. Dados gerais**

Nº ONU: 1866

**14.2. Transporte rodoviário**

Nome de envio adequado: Solução de resina

Classificação ADR/RID Classe ADR/RID: 3

Nº de elemento ADR/RID: Marginal: 31c

Grupo de embalagem: III

Nº de identificação de perigos: 30-1866

Observação: Este material classe 3 em embalagens até 450 L pode ser considerado como um material não perigoso. (Transportado de acordo com a nota E da marginal 2301)

**14.3. Transporte marítimo**

Nome de envio adequado: RESINA SOLUÇÃO, inflamável

Classe IMDG: 3.3

Nº de página IMDG (GB): 3379

Grupo de embalagem: III

Manual de primeiros auxílios ("MFAG"): 310

Planos de emergência: 3-05

Contágio marinho: Contagante

**14.4. Transporte aéreo**

Nome de envio adequado: Solução de resina em líquido inflamável

Nº ONU/ID: 1866

Classe IATA-DGR: 3

**14.5. Informação adicional****15. INFORMAÇÃO SOBRE REGULAMENTAÇÃO**

Regulamento da U.E.

**15.1. Etiquetas e directivas CEE**

Contem: Estireno

Símbolo Perigoso:

Frases de risco: R10: Inflamável

R20: Nocivo por inalação

R36/38: Irrita os olhos e a pele

Frases de segurança: S23: Não respirar os vapores

**15.2. Informação adicional****16. Outras informações**

Data de impressão: 27 de Fevereiro 2001

Data de emissão: 7 de Fevereiro de 2001

Data de edição anterior: Não há validação anterior

Versão: 1.01

Preparada por: CentralDataManagement

Conforme a 93/112/CE

**Ficha de Segurança – Resina Poliéster 617H30 – Otto Bock**

**OTTO BOCK** **MATERIAL SAFETY DATA SHEET** Date of print: 18.08.2011  
 in accordance with 29 CFR 1910.1200 and ANSI standard Z400.1-2004 Revision date: 30.01.2011  
**617H30 - Polyester Resin** Date of first version: 07.10.1994  
 Material number 617H30 Version 4 / Page 1 of 7

**1. Product and company identification****Product identifier**

Trade name: 617H30 - Polyester Resin

**Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against**

General use polyester resin for orthopedic procedures

**Details of the supplier of the safety data sheet**

Company name: Otto Bock Health Care  
 Street/POB-No.: 2 Carlson Parkway North  
 Suite 100  
 State/city/postal code: USA Plymouth, MN 55447  
 WWW: www.ottobockus.com  
 Telephone: +1 (763) 553-9464  
 Telefax: +1 (763) 519-6153  
 Dept. responsible for information:  
 MSDS Department,  
 Telephone: +1 (763) 489-5142 (9 am - 5 pm), Email: bill.clover@ottobock.com

**Emergency telephone number**

CHEMTREK, Telephone: +1 (800) 424-9300  
 Transport:  
 CONSULTANK Lutz Harder GmbH (Contract QUALI003)  
 Telephone: +49 (0)178-4337434 (from USA: 01149 178 4337434)

**2. Hazards identification****Emergency overview**

Physical state: liquid  
 Color: characteristic  
 Odor: like Styrene

**Warning**  
 harmful  
 Flammable.

**Regulatory status**

This material is considered hazardous by the U.S. OSHA Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200) and SIMDUT in Canada.

**Potential Health Effects**

Harmful by inhalation.  
 Irritating to eyes and skin.

**Information pertaining to special dangers for human and environment**

refer to chapter 11: Toxicological information

**3. Composition/ Information on ingredients**

Chemical characterization (preparation):

Specific formulation on the basis of unsaturated polyesters dissolved in styrene

Hazardous ingredients:

CAS No.	Chemical name	Content	classification
CAS 100-42-5	Styrene	35-45 %	Flam. Liq. 3; H226. Acute Tox. 4; H332. Skin Irrit. 2; H315. Eye Irrit. 2A; H319.



## MATERIAL SAFETY DATA SHEET

in accordance with 29 CFR 1910.1200 and ANSI standard Z400.1-2004

Date of print: 18.08.2011

Revision date: 30.01.2011

Date of first version: 07.10.1994

### 617H30 - Poyester Resin

Material number 617H30

Version 4 / Page 2 of 7

#### 4. First-aid measures

- After inhalation:** Move victim to fresh air, put at rest and loosen restrictive clothing. Do not allow victim to become chilled. Keep victim warm. Keep airway open. Consult physician.
- In case of skin contact:** Thoroughly wash skin with soap and water. Immediately remove all contaminated clothing. Wash contaminated clothing prior to re-use.
- After eye contact:** Immediately flush eyes with plenty of flowing water for 10 to 15 minutes holding eyelids apart. Subsequently consult physician.
- After swallowing:** Do not induce vomiting. Rinse mouth with water. Consult physician.

#### Most important symptoms and effects, both acute and delayed

No data available

#### 5. Firefighting measures

Flash point / flash point range:

35 °C

Suitable extinguishing media:

Water fog, foam, extinguishing powder, carbon dioxide.

Extinguishing media which must not be used for safety reasons:

High power water jet

#### Special hazards arising from the substance or mixture

Toxic gases may form.

In case of fire may be liberated: carbon monoxide and carbon dioxide.

Special protective equipment for firefighters:

Wear suitable protective clothing. Wear self-contained breathing apparatus.

#### 6. Accidental release measures

- Personal precautions:** Do not breathe vapors. Wear protective equipment. Keep away from unprotected people.
- Environmental measures:** Do not allow to enter drains, surface waters, basements or pits.
- Methods for cleaning up:** Absorb with liquid-binding material (e.g. sand, diatomaceous earth, acid- or universal binding agents). Provide adequate ventilation.

#### 7. Handling and storage

##### Handling

- Advices on safe handling** Keep away from heat.  
Do not breathe vapors.  
Avoid contact with skin and eyes.  
Provide good ventilation and/or an exhaust system in the work area.

**Precautions against fire and explosion:**

- Keep away from sources of ignition. - No smoking.  
Take precautionary measures against static discharge.

##### Storage

**Requirements for storerooms and containers:**

Keep container tightly closed in a cool, well-ventilated place.

**Hints on joint storage**

Do not store together with organic peroxides.

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET**

in accordance with 29 CFR 1910.1200 and ANSI standard Z400.1-2004

Date of print: 18.08.2011

Revision date: 30.01.2011

Date of first version: 07.10.1994

**617H30 - Poyester Resin**

Material number 617H30

Version 4 / Page 3 of 7

## 8. Exposure controls / personal protection

**Exposure guidelines**

CAS No.	Chemical name	Type	Limit value
100-42-5	Styrene	OSHA: TWA	(Acceptable maximum peak above the acceptable ceiling concentration for an 8-hr shift: 600 ppm 5 mins. in any 3 hrs.) 420 mg/m <sup>3</sup> ; 100 ppm
		OSHA: Ceiling	(Acceptable maximum peak above the acceptable ceiling concentration for an 8-hr shift: 600 ppm 5 mins. in any 3 hrs.) 200 ppm
		ACGIH: TWA	85 mg/m <sup>3</sup> ; 20 ppm
		ACGIH: STEL	170 mg/m <sup>3</sup> ; 40 ppm
		NIOSH: TWA	215 mg/m <sup>3</sup> ; 50 ppm
		NIOSH: STEL	425 mg/m <sup>3</sup> ; 100 ppm

**Engineering controls**

Take precautionary measures against static discharge.  
 Provide good ventilation and/or an exhaust system in the work area.  
 See also information in chapter 7, section storage.

Eye protection: Tightly sealed safety glasses according to OSHA Standard - 29 CFR: 1910.133 or ANSI Z87.1-2003.

Body protection: Closed work clothing  
 Protective gloves according to OSHA Standard - 29 CFR: 1910.138.  
 Glove material: Fluororubber (Viton) or nitrile rubber  
 Breakthrough time: >480 min.  
 Observe glove manufacturer's instructions concerning penetrability and breakthrough time.

**Personal protection equipment**

Respiratory protection: Respiratory protection must be worn whenever the TLV (WEL) levels have been exceeded.  
 Use filter type A (= against vapors of organic substances), identification color brown, according to OSHA Standard - 29 CFR: 1910.134 or ANSI Z88.2

**General protection and hygiene measures:**

Wash hands before breaks and after work.  
 When using do not eat, drink or smoke.

## 9. Physical and chemical properties

**Appearance**

Physical state: liquid  
 Color: characteristic  
 Odor: like Styrene

**Important health, safety and environmental information**

Boiling temperature / boiling range: 145 °C  
 Flash point / flash point range: 35 °C  
 Ignition temperature: > 400 °C  
 Explosion limits: LEL (Lower Explosion Limit): 1,10 Vol-%  
 UEL (Upper Explosive Limit): 8,00 Vol-%  
 Vapor pressure: at 20 °C: 1 hPa  
 at 50 °C: (Styrene) <= 10 hPa  
 Density: at 20 °C: 1 g/ml  
 Water solubility: insoluble  
 Viscosity, dynamic: at 20 °C: >= 300 mPa.s

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET**

in accordance with 29 CFR 1910.1200 and ANSI standard Z400.1-2004

Date of print: 18.08.2011

Revision date: 30.01.2011

Date of first version: 07.10.1994

**617H30 - Poyester Resin**

Material number 617H30

Version 4 / Page 4 of 7

## 10. Stability and reactivity

Conditions to avoid	Keep away from heat.
Materials to avoid	Reacts violently with strong oxidizing agents such as sulphuric acid and chloresulfonic acid.
Hazardous decomposition products	Toxic gases may form. In case of fire may be liberated: carbon monoxide and carbon dioxide.

## 11. Toxicological information

**Toxicological Tests:**

Acute toxicity:

LD50 Rat, oral: Styrene 5000 mg/kg

After inhalation: harmful

In case of skin contact: irritant

After eye contact: irritant

**General remarks**

Styrene:

LD50, Rat, 1 min, inhalative: 11,00 mg/kg

Affects the central nervous system, possible disturbances from: 50ml/m<sup>3</sup>

Substance with a carcinogenic and genotoxic effect from which there is not to be expected an important contribution to the risk of cancer for persons as far as the AGW-value (German WEL) is observed.

Metabolization of styrene in the body via styrene-7,8-oxide to mandelic acid and phenylglyoxyl acid.

## 12. Ecological information

**Ecotoxicity**

Aquatic toxicity:

Styrene:

LD50 fish,96 h: 10 - 100 mg/l

Daphnia: 155 mg/l

Acute toxicity values:

fish: 4,8

bacteria: 4,1

Effects in sewage plants: Technically correct releases of minimal concentrations to adapted biological sewage treatment facility, will not disturb the biodegradability of activated sludge.

**Persistence and degradability**

Analytical method: BSD des Th SB

Degree of elimination: Styrene

Evaluation text: Product is highly biodegradable.

**Additional ecological information**

General information: Do not allow to penetrate into soil, waterbodies or drains.

## 13. Disposal considerations

**Product**

Recommendation: Incinerate as hazardous waste according to applicable local, state, and federal regulations.

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET**

in accordance with 29 CFR 1910.1200 and ANSI standard Z400.1-2004

Date of print: 18.08.2011  
Revision date: 30.01.2011  
Date of first version: 07.10.1994**617H30 - Poyester Resin**

Material number 617H30

Version 4 / Page 5 of 7

**Contaminated packaging**

Recommendation: Dispose of waste according to applicable legislation.

**14. Transport information****USA: Department of Transportation (DOT)**

Identification Numbers	UN1866
Proper Shipping Name	UN 1866, Resin solution, flammable
DOT Hazard Class or Division	3
PG	III
Label Codes	3
Special Provisions	B1, B52, IB3, T2, TP1
Packaging: Exceptions	150
Packaging: Non-bulk	173
Packaging: Bulk	242
Quantity Limitations: Passenger Aircraft / Rail	60 L
Quantity Limitations: Cargo only	220 L
Vessel Stowage: Location	A

**Sea transport (IMDG)**

UN number:	1866
Proper shipping name:	UN 1866, RESIN SOLUTION, flammable
IMDG:	Class 3, Code -
Packing Group:	III
EmS:	F-E, S-E
Special provisions	223, 955
Limited quantities	5 L
EQ	E1
Contaminated packaging: Instructions	P001, LP01
Contaminated packaging: Provisions	PP1
IBC: Instructions	IBC03
IBC: Provisions	-
Tank instructions: IMO	-
Tank instructions: UN	T2
Tank instructions Provisions	TP1
Stowage and segregation	Category A.
Properties and observations	Miscibility with water depends upon the composition.
Marine Pollutant	No

**Air transport (IATA)**

UN/ID number:	1866
Proper shipping name:	UN 1866, RESIN SOLUTION, flammable
ICAO/IATA:	Class 3
PG	III
Hazard	Flamm. liquid
EQ	E1
Passenger Ltd.Qty.:	Pack.Instr. Y344 - Max.Qty. 10 L
Passenger:	Pack.Instr. 355 - Max.Qty. 60 L
Cargo:	Pack.Instr. 366 - Max.Qty. 220 L
ERG	3L


**MATERIAL SAFETY DATA SHEET**  
 in accordance with 29 CFR 1910.1200 and ANSI standard Z400.1-2004

 Date of print: 18.08.2011  
 Revision date: 30.01.2011  
 Date of first version: 07.10.1994

**617H30 - Poyester Resin**

Material number 617H30

Version 4 / Page 6 of 7

**Land transport (ADR/RID)**

Warning board:	ADR/RID: Kemmler-number 30, UN number 1866
Product designation:	UN 1866, Resin solution
ADR/RID	Class 3, Code: F1
Packing group	III
Hazard label	3
Special provisions	640E
Limited quantities	5 L
EQ	E1
Contaminated packaging: Instructions	P001 IBC03 LP01 R001
Contaminated packaging: Special provisions	PP1
Special provisions for packing together	MP19
Portable tanks: Instructions	T2
Portable tanks: Special provisions	TP1
Tank coding	LGBF
Tunnel restriction code:	D/E

**Canada: Transportation of Dangerous Goods (TDG)**

UN Number	UN1866
Shipping Name	UN 1866, RESIN SOLUTION, flammable
TDG Class	3
Packing Group	III
Explosive Limit and Limited Quantity Index	5
Passenger Carrying Road or Rail Index	60
Marine Pollutant	•

## 15. Regulatory information

**U.S. Federal Regulations**

Styrene:	TSCA Inventory: listed
	TSCA HPVC: not listed
	Carcinogen Status:
	IARC Rating: Group 2B
	OSHA Carcinogen: not listed
	NTP Rating: not listed
	Clean Air Act:
	Hazardous Air Pollutants: Code XOY
	SOCMI Chemical: yes
	Clean Water Act:
	Hazardous Substances: RQ 1000 lbs.
	Other Environmental Laws:
	CERCLA: RQ 1000 lbs.
	RCRA Groundwater Monitoring: Methods 8020, 8240 / PQL 1, 5
	SARA Title III Section 313, Toxic Release: Conc. 0.1% / Threshold Standard
	NIOSH Recommendations:
	Occupational Health Guideline: 0571

**National regulations - EC member states**
**Labeling (67/548/EEC or 1999/45/EC)**

Code letter and hazard symbol:	Xn	harmful
R phrase(s):	R 10	Flammable.
	R 20	Harmful by inhalation.
	R 36/38	Irritating to eyes and skin.


**MATERIAL SAFETY DATA SHEET**

in accordance with 29 CFR 1910.1200 and ANSI standard Z400.1-2004

Date of print: 18.08.2011

Revision date: 30.01.2011

Date of first version: 07.10.1994

**617H30 - Poyester Resin**

Material number 617H30

Version 4 / Page 7 of 7

S phrase(s):	S 9 S 16 S 23 S 33 S 51	Keep container in a well-ventilated place. Keep away from sources of ignition. - No smoking. Do not breathe gas/fume/vapour/spray. Take precautionary measures against static discharge. Use only in well-ventilated areas.
--------------	-------------------------------------	---

**16. Other information**

Hazard rating systems



NFPA Hazard Rating:

Health: 1 (Slight)

Fire: 2 (Moderate)

Reactivity: 0 (Minimal)

HMIS Version III Rating:

Health: 1 (Slight)

Flammability: 2 (Moderate)

Physical Hazard: 0 (Minimal)

Personal Protection: X = Consult your supervisor

HEALTH	1
FLAMMABILITY	2
PHYSICAL HAZARD	0
	X

Reason of change: Changes in section 14: ADR 2011, IATA 2011, General revision

**Group that issues data sheet**

Contact person: see chapter 1, department responsible for information.

The information in this data sheet has been established to our best knowledge and was up-to-date at time of revision. It does not represent a guarantee for the properties of the product described in terms of the legal warranty regulations.

**Ficha de Segurança – Resina Poliéster – 3M**

MATERIAL SAFETY DATA SHEET 3M™ Marson® Polyester Resin, P.N. 01402, 01403, 02010C 08/04/11



## Material Safety Data Sheet

Copyright, 2011, 3M Company All rights reserved. Copying and/or downloading of this information for the purpose of properly utilizing 3M products is allowed provided that: (1) the information is copied in full with no changes unless prior written agreement is obtained from 3M, and (2) neither the copy nor the original is resold or otherwise distributed with the intention of earning a profit thereon.

### SECTION 1: PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

**PRODUCT NAME:** 3M™ Marson® Polyester Resin, P.N. 01402, 01403, 02010C  
**MANUFACTURER:** 3M  
**DIVISION:** Automotive Aftermarket  
**ADDRESS:** 3M Center, St. Paul, MN 55144-1000

**EMERGENCY PHONE: 1-800-364-3577 or (651) 737-6501 (24 hours)**

**Issue Date:** 08/04/11  
**Supersedes Date:** 04/14/10

**Document Group:** 24-8090-3

#### Product Use:

**Intended Use:** Automotive  
**Specific Use:** Fiberglass Repair Resin

### SECTION 2: INGREDIENTS

<u>Ingredient</u>	<u>C.A.S. No.</u>	<u>% by Wt</u>
POLYESTER POLYMER	Trade Secret	40 - 70
SILICA	7631-86-9	0.5 - 1.5
STYRENE MONOMER	100-42-5	30 - 60

### SECTION 3: HAZARDS IDENTIFICATION

#### 3.1 EMERGENCY OVERVIEW

**Specific Physical Form:** Paste

**Odor, Color, Grade:** Pungent organic odor. Light straw color.

**General Physical Form:** Liquid

**Immediate health, physical, and environmental hazards:** Flammable liquid and vapor. Closed containers exposed to heat from fire may build pressure and explode. Vapors may travel long distances along the ground or floor to an ignition source and flash back. May cause target organ effects. Contains a chemical or chemicals which can cause cancer.

#### 3.2 POTENTIAL HEALTH EFFECTS

<b>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</b> 3M™ Marson® Polyester Resin, P.N. 01402, 01403, 02010C 08/04/11
---

**Eye Contact:**

Moderate Eye Irritation: Signs/symptoms may include redness, swelling, pain, tearing, and blurred or hazy vision.

**Skin Contact:**

Moderate Skin Irritation: Signs/symptoms may include localized redness, swelling, itching, and dryness.

**Inhalation:**

Respiratory Tract Irritation: Signs/symptoms may include cough, sneezing, nasal discharge, headache, hoarseness, and nose and throat pain.

May be absorbed following inhalation and cause target organ effects.

**Ingestion:**

Gastrointestinal Irritation: Signs/symptoms may include abdominal pain, stomach upset, nausea, vomiting and diarrhea.

May be absorbed following ingestion and cause target organ effects.

**Target Organ Effects:**

Central Nervous System (CNS) Depression: Signs/symptoms may include headache, dizziness, drowsiness, incoordination, nausea, slowed reaction time, slurred speech, giddiness, and unconsciousness.

Auditory Effects: Signs/symptoms may include hearing impairment, balance dysfunction and ringing in the ears.

Liver Effects: Signs/symptoms may include loss of appetite, weight loss, fatigue, weakness, abdominal tenderness and jaundice.

Prolonged or repeated exposure may cause:

Immunological Effects: Signs/symptoms may include alterations in the number of circulating immune cells, allergic skin and /or respiratory reaction, and changes in immune function.

Neurological Effects: Signs/symptoms may include personality changes, lack of coordination, sensory loss, tingling or numbness of the extremities, weakness, tremors, and/or changes in blood pressure and heart rate.

Ocular Effects: Signs/symptoms may include blurred or significantly impaired vision.

**Carcinogenicity:**

Contains a chemical or chemicals which can cause cancer.

<u>Ingredient</u>	<u>C.A.S. No.</u>	<u>Class Description</u>	<u>Regulation</u>
STYRENE MONOMER	100-42-5	Grp. 2B: Possible human carc.	International Agency for Research on Cancer

## SECTION 4: FIRST AID MEASURES

### 4.1 FIRST AID PROCEDURES

The following first aid recommendations are based on an assumption that appropriate personal and industrial hygiene practices are followed.

**Eye Contact:** Flush eyes with large amounts of water. If signs/symptoms persist, get medical attention.

**Skin Contact:** Remove contaminated clothing and shoes. Immediately flush skin with large amounts of water. Get medical attention. Wash contaminated clothing and clean shoes before reuse.

**Inhalation:** Remove person to fresh air. If signs/symptoms develop, get medical attention.

**If Swallowed:** Do not induce vomiting unless instructed to do so by medical personnel. Give victim two glasses of water. Never give anything by mouth to an unconscious person. Get medical attention.

MATERIAL SAFETY DATA SHEET 3M™ Marson® Polyester Resin, P.N. 01402, 01403, 02010C 08/04/11

## SECTION 5: FIRE FIGHTING MEASURES

### 5.1 FLAMMABLE PROPERTIES

Autoignition temperature	<i>No Data Available</i>
Flash Point	80 °F - 82 °F [ <i>Test Method: Closed Cup</i> ]
Flammable Limits(LEL)	1.1 %
Flammable Limits(UEL)	<i>No Data Available</i>
OSHA Flammability Classification:	Class IC Flammable Liquid

### 5.2 EXTINGUISHING MEDIA

Use fire extinguishers with class B extinguishing agents (e.g., dry chemical, carbon dioxide).

### 5.3 PROTECTION OF FIRE FIGHTERS

**Special Fire Fighting Procedures:** Water may not effectively extinguish fire; however, it should be used to keep fire-exposed containers and surfaces cool and prevent explosive rupture. Water may be used to blanket the fire. Wear full protective equipment (Bunker Gear) and a self-contained breathing apparatus (SCBA).

**Unusual Fire and Explosion Hazards:** Flammable liquid and vapor. Closed containers exposed to heat from fire may build pressure and explode. Vapors may travel long distances along the ground or floor to an ignition source and flash back.

**Note:** See STABILITY AND REACTIVITY (SECTION 10) for hazardous combustion and thermal decomposition information.

## SECTION 6: ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

### 6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Evacuate unprotected and untrained personnel from hazard area. The spill should be cleaned up by qualified personnel. Remove all ignition sources such as flames, smoking materials, and electrical spark sources. Use only non-sparking tools. Ventilate the area with fresh air. For large spill, or spills in confined spaces, provide mechanical ventilation to disperse or exhaust vapors, in accordance with good industrial hygiene practice. Warning! A motor could be an ignition source and could cause flammable gases or vapors in the spill area to burn or explode. Remember, adding an absorbent material does not remove a toxic, corrosivity or flammability hazard.

### 6.2. Environmental precautions

For larger spills, cover drains and build dikes to prevent entry into sewer systems or bodies of water. Collect the resulting residue containing solution. Place in a metal container approved for transportation by appropriate authorities. Dispose of collected material as soon as possible.

### Clean-up methods

Refer to other sections of this MSDS for information regarding physical and health hazards, respiratory protection, ventilation, and personal protective equipment. Call 3M-HELPS line (1-800-364-3577) for more information on handling and managing the spill. Contain spill. Cover spill area with a fire-extinguishing foam. An aqueous film forming foam (AFFF) is recommended. Working from around the edges of the spill inward, cover with bentonite, vermiculite, or commercially available inorganic absorbent material. Mix in sufficient absorbent until it appears dry. Collect as much of the spilled material as possible using non-sparking tools. Clean up residue with an appropriate solvent selected by a qualified and authorized person. Ventilate the area with fresh air. Read and follow safety precautions on the solvent label and MSDS. Seal the container.

**In the event of a release of this material, the user should determine if the release qualifies as reportable according to local, state, and federal regulations.**

MATERIAL SAFETY DATA SHEET 3M<sup>TM</sup> Marson<sup>®</sup> Polyester Resin, P.N. 01402, 01403, 02010C 08/04/11

**SECTION 7: HANDLING AND STORAGE**

**7.1 HANDLING**

Do not eat, drink or smoke when using this product. Wash exposed areas thoroughly with soap and water. Keep away from heat, sparks, open flame, pilot lights and other sources of ignition. Ground containers securely when transferring contents. Wear low static or properly grounded shoes. Avoid breathing of vapors, mists or spray. Avoid static discharge. Avoid eye contact with vapors, mists or spray. Keep out of the reach of children. Avoid breathing of dust created by cutting, sanding, grinding or machining. Avoid contact with oxidizing agents. Avoid skin contact.

**7.2 STORAGE**

Store away from acids. Store away from heat. Store out of direct sunlight. Keep container in well-ventilated area. Keep container tightly closed. Do not store containers on their sides. Store away from oxidizing agents.

**SECTION 8: EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION**

**8.1 ENGINEERING CONTROLS**

Use in an enclosed process area is recommended. Provide appropriate local exhaust for cutting, grinding, sanding or machining. Use in a well-ventilated area. Use general dilution ventilation and/or local exhaust ventilation to control airborne exposures to below Occupational Exposure Limits and/or control mist, vapor, or spray. If ventilation is not adequate, use respiratory protection equipment.

**8.2 PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT (PPE)**

**8.2.1 Eye/Face Protection**

Avoid eye contact with vapors, mists, or spray.  
The following eye protection(s) are recommended: Indirect Vented Goggles

**8.2.2 Skin Protection**

Avoid skin contact.  
  
Select and use gloves and/or protective clothing to prevent skin contact based on the results of an exposure assessment. Consult with your glove and/or protective clothing manufacturer for selection of appropriate compatible materials.  
Gloves made from the following material(s) are recommended: Polyvinyl Alcohol (PVA)

**8.2.3 Respiratory Protection**

Avoid breathing of vapors, mists or spray. Avoid breathing of dust created by cutting, sanding, grinding or machining.  
Select one of the following NIOSH approved respirators based on airborne concentration of contaminants and in accordance with OSHA regulations: Half facepiece or fullface air-purifying respirator with organic vapor cartridges  
. Select and use respiratory protection to prevent an inhalation exposure based on the results of an exposure assessment. Consult with your respirator manufacturer for selection of appropriate types of respirators.

**8.2.4 Prevention of Swallowing**

Do not eat, drink or smoke when using this product. Wash exposed areas thoroughly with soap and water.

**8.3 EXPOSURE GUIDELINES**

<u>Ingredient</u>	<u>Authority</u>	<u>Type</u>	<u>Limit</u>	<u>Additional Information</u>
SILICA	CMRG	TWA, as respirable dust	3 mg/m3	
SILICA, AMORPHOUS	OSHA	TWA concentration	0.8 mg/m3	
SILICA, AMORPHOUS	OSHA	TWA	20 millions of	

<b>MATERIAL SAFETY DATA SHEET 3M<sup>TM</sup> Marson<sup>®</sup> Polyester Resin, P.N. 01402, 01403, 02010C 08/04/11</b>
--

STYRENE MONOMER	ACGIH	TWA	particles/cu. ft.
STYRENE MONOMER	ACGIH	STEL	20 ppm
STYRENE MONOMER	OSHA	TWA	40 ppm
STYRENE MONOMER	OSHA	CEIL	100 ppm
			200 ppm

## SOURCE OF EXPOSURE LIMIT DATA:

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists

CMRG: Chemical Manufacturer Recommended Guideline

OSHA: Occupational Safety and Health Administration

AIHA: American Industrial Hygiene Association Workplace Environmental Exposure Level (WEEL)

<b>SECTION 9: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES</b>
--

<b>Specific Physical Form:</b>	Paste
<b>Odor, Color, Grade:</b>	Pungent organic odor. Light straw color.
<b>General Physical Form:</b>	Liquid
<b>Autoignition temperature</b>	<i>No Data Available</i>
<b>Flash Point</b>	80 °F - 82 °F [ <i>Test Method: Closed Cup</i> ]
<b>Flammable Limits(LEL)</b>	1.1 %
<b>Flammable Limits(UEL)</b>	<i>No Data Available</i>
<b>Boiling Point</b>	180 °F - 415 °F
<b>Density</b>	1.14 g/ml
<b>Vapor Density</b>	<i>No Data Available</i>
<b>Vapor Density</b>	<i>No Data Available</i>
<b>Vapor Pressure</b>	3.45 mmHg
<b>Vapor Pressure</b>	<i>No Data Available</i>
<b>Specific Gravity</b>	1.14 [ <i>Ref.Std: WATER=1</i> ]
<b>pH</b>	<i>No Data Available</i>
<b>Melting point</b>	<i>No Data Available</i>
<b>Solubility In Water</b>	<i>No Data Available</i>
<b>Solubility in Water</b>	Negligible
<b>Evaporation rate</b>	[ <i>Details: Slower than ether.</i> ]
<b>Hazardous Air Pollutants</b>	33.8 % weight [ <i>Test Method: Calculated</i> ]
<b>Volatile Organic Compounds</b>	386 g/l [ <i>Test Method: calculated SCAQMD rule 443.1</i> ]
<b>Volatile Organic Compounds</b>	33.8 % weight [ <i>Test Method: calculated per CARB title 2</i> ]
<b>Kow - Oct/Water partition coef</b>	<i>No Data Available</i>
<b>Percent volatile</b>	33.8 % weight
<b>Percent volatile</b>	42.61 % volume
<b>VOC Less H<sub>2</sub>O &amp; Exempt Solvents</b>	386 g/l [ <i>Test Method: calculated SCAQMD rule 443.1</i> ]
<b>Viscosity</b>	<i>No Data Available</i>

<b>SECTION 10: STABILITY AND REACTIVITY</b>
---

Stability: Stable.

**Materials and Conditions to Avoid:****10.1 Conditions to avoid**

Heat

Sparks and/or flames

**10.2 Materials to avoid**

MATERIAL SAFETY DATA SHEET 3M™ Marson® Polyester Resin, P.N. 01402, 01403, 02010C 08/04/11

Strong acids  
Strong bases  
Strong oxidizing agents

**Hazardous Polymerization:** Hazardous polymerization will not occur.

#### Hazardous Decomposition or By-Products

<u>Substance</u>	<u>Condition</u>
Hydrocarbons	Not Specified
Carbon monoxide	Not Specified
Carbon dioxide	Not Specified

### SECTION 11: TOXICOLOGICAL INFORMATION

Please contact the address listed on the first page of the MSDS for Toxicological Information on this material and/or its components.

### SECTION 12: ECOLOGICAL INFORMATION

#### ECOTOXICOLOGICAL INFORMATION

Not determined.

#### CHEMICAL FATE INFORMATION

Not determined.

### SECTION 13: DISPOSAL CONSIDERATIONS

**Waste Disposal Method:** Incinerate in a permitted hazardous waste incinerator. As a disposal alternative, dispose of waste product in a permitted hazardous waste facility.

**EPA Hazardous Waste Number (RCRA):** D001 (Ignitable)

Since regulations vary, consult applicable regulations or authorities before disposal.

### SECTION 14: TRANSPORT INFORMATION

#### ID Number(s):

LB-K100-0530-0, LB-K100-0530-1, 70-0080-0330-6

For Transport Information, please visit <http://3M.com/Transportinfo> or call 1-800-364-3577 or 651-737-6501.

### SECTION 15: REGULATORY INFORMATION

#### US FEDERAL REGULATIONS

Contact 3M for more information.

MATERIAL SAFETY DATA SHEET 3M™ Marson® Polyester Resin, P.N. 01402, 01403, 02010C 08/04/11
--

**311/312 Hazard Categories:**

Fire Hazard - Yes Pressure Hazard - No Reactivity Hazard - No Immediate Hazard - Yes Delayed Hazard - Yes

**Section 313 Toxic Chemicals subject to the reporting requirements of that section and 40 CFR part 372 (EPCRA):**

<u>Ingredient</u>	<u>C.A.S. No</u>	<u>% by Wt</u>
STYRENE MONOMER	100-42-5	30 - 60

**STATE REGULATIONS**

Contact 3M for more information.

**CHEMICAL INVENTORIES**

The components of this product are in compliance with the chemical notification requirements of TSCA.

Contact 3M for more information.

**INTERNATIONAL REGULATIONS**

Contact 3M for more information.

This MSDS has been prepared to meet the U.S. OSHA Hazard Communication Standard, 29 CFR 1910.1200.
--

<b>SECTION 16: OTHER INFORMATION</b>
--------------------------------------

**NFPA Hazard Classification**

Health: 2 Flammability: 3 Reactivity: 0 Special Hazards: None

National Fire Protection Association (NFPA) hazard ratings are designed for use by emergency response personnel to address the hazards that are presented by short-term, acute exposure to a material under conditions of fire, spill, or similar emergencies. Hazard ratings are primarily based on the inherent physical and toxic properties of the material but also include the toxic properties of combustion or decomposition products that are known to be generated in significant quantities.

**Reason for Reissue:** The MSDS has been revised because 3M has adopted the 16-section ANSI/ISO format. The potential hazards of the product have not changed. We encourage you to reread the MSDS and review the information.

**Revision Changes:**

Section 16: Disclaimer (second paragraph) was modified.

Section 3: Immediate other hazard(s) was modified.

Section 14: Transportation legal text was modified.

Section 3: Other health effects information was modified.

Section 9: Boiling point information was modified.

Section 5: Flammable limits (UE) information was modified.

Section 5: Flammable limits (LEL) information was modified.

Section 9: Property description for optional properties was modified.

Section 8: Respiratory protection - recommended respirators guide was modified.

Section 9: Flammable limits (LEL) information was modified.

Section 9: Flammable limits (UEL) information was modified.

Section 2: Ingredient table was modified.

Section 8: Exposure guidelines ingredient information was modified.

Section 6: Environmental procedures information was modified.

Section 6: Methods for cleaning up information was modified.

Section 6: 6.2. Environmental precautions heading was added.

Section 6: 6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures heading was added.

Section 16: Web address was added.

MATERIAL SAFETY DATA SHEET 3M™ Marson® Polyester Resin, P.N. 01402, 01403, 02010C 08/04/11

Section 6: Personal precautions information was added.  
Section 1: Address was added.  
Copyright was added.  
Company logo was added.  
Section 6: Clean-up methods heading was added.  
Telephone header was added.  
Company Telephone was added.  
Section 1: Emergency phone information was added.  
Section 1: Emergency phone information was deleted.  
Company Logo was deleted.  
Copyright was deleted.  
Section 16: Web address heading was deleted.  
Section 6: Release measures heading was deleted.  
Section 1: Address line 1 was deleted.  
Section 1: Address line 2 was deleted.

DISCLAIMER: The information in this Material Safety Data Sheet (MSDS) is believed to be correct as of the date issued. 3M MAKES NO WARRANTIES, EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR COURSE OF PERFORMANCE OR USAGE OF TRADE. User is responsible for determining whether the 3M product is fit for a particular purpose and suitable for user's method of use or application. Given the variety of factors that can affect the use and application of a 3M product, some of which are uniquely within the user's knowledge and control, it is essential that the user evaluate the 3M product to determine whether it is fit for a particular purpose and suitable for user's method of use or application.

3M provides information in electronic form as a service to its customers. Due to the remote possibility that electronic transfer may have resulted in errors, omissions or alterations in this information, 3M makes no representations as to its completeness or accuracy. In addition, information obtained from a database may not be as current as the information in the MSDS available directly from 3M

3M USA MSDSs are available at [www.3M.com](http://www.3M.com)

**Ficha de Segurança – Resina Poliéster – Tetrosyl**

Report Date : 01/10/2008

1 / 4  
SDS NO.: 17360**SAFETY DATA SHEET  
POLYESTER RESIN****1 IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING**

PRODUCT NAME POLYESTER RESIN  
 PRODUCT NO. POR001, POR002, POR005  
 INTERNAL ID C  
 APPLICATION Polyester resin  
 SUPPLIER TETROSYL LIMITED  
 BEVIS GREEN WORKS  
 WALMERSLEY  
 BURY  
 BL9 6RE  
 0161 764 5981  
 0161 797 5899  
 info@tetrosyl.com

**2 HAZARDS IDENTIFICATION**

Flammable. Harmful by inhalation. Irritating to eyes and skin.  
 CLASSIFICATION Xn;R20. Xi;R36/38. R10.  
 HUMAN HEALTH  
 See section 11 for additional information on health hazards.

**3 COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS**

Name	EC No.	CAS-No.	Content	Classification
STYRENE	202-851-5	100-42-5	30-60%	R10 Xn;R20 Xi;R36/38

The Full Text for all R-Phrases are Displayed in Section 16

**4 FIRST-AID MEASURES****GENERAL INFORMATION**

Remove affected person from source of contamination. Get medical attention immediately!

**INHALATION**

Move injured person into fresh air immediately. Call an ambulance. Be aware that symptoms of lung oedema (shortness of breath) may develop up to 24 hours after exposure. Bring these instructions. Place unconscious person on the side in the recovery position and ensure breathing can take place.

**INGESTION**

Immediately rinse mouth and drink plenty of water or milk. Keep person under observation. Do not induce vomiting. If vomiting occurs, keep head low. Transport immediately to hospital and take these instructions.

**SKIN CONTACT**

Remove contaminated clothing immediately and wash skin with soap and water. Consult a physician for specific advice. Burns: Flush with water immediately. While flushing, remove clothes which do not adhere to affected area. Call an ambulance. Continue flushing during transport to hospital.

**EYE CONTACT**

Immediately flush with plenty of water for up to 15 minutes. Remove any contact lenses and open eyes wide apart. Immediately transport to hospital or eye specialist.

**5 FIRE-FIGHTING MEASURES****EXTINGUISHING MEDIA**

Use fire-extinguishing media appropriate for surrounding materials.

Report Date : 01/10/2008

2 / 4

SDS NO.: 17360

**POLYESTER RESIN****SPECIAL FIRE FIGHTING PROCEDURES**

Beware, risk of formation of toxic and corrosive gases.

**SPECIFIC HAZARDS**

In case of fire, toxic and corrosive gases may be formed.

**PROTECTIVE MEASURES IN FIRE**

Leave danger zone immediately.

**6 ACCIDENTAL RELEASE MEASURES****PERSONAL PRECAUTIONS**

Wear protective clothing as described in Section 8 of this safety data sheet. In case of spills, beware of slippery floors and surfaces.

**ENVIRONMENTAL PRECAUTIONS**

The product should not be dumped in nature but collected and delivered according to agreement with the local authorities.

**SPILL CLEAN UP METHODS**

For waste disposal, see section 13. When dealing with a spillage, please consult the section relating to suitable protective measures. Absorb spillage with non-combustible, absorbent material. Ventilate well. Prevent discharge of larger quantity to drain.

**7 HANDLING AND STORAGE****USAGE PRECAUTIONS**

Read and follow manufacturer's recommendations. Always remove grease with soap and water or skin cleaning agent, never use organic solvents. Good personal hygiene is necessary. Wash hands and contaminated areas with water and soap before leaving the work site. Do not eat, drink or smoke when using the product.

**STORAGE PRECAUTIONS**

Keep away from heat, sparks and open flame. Store in tightly closed original container in a dry, cool and well-ventilated place.

**8 EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION**

Name	Std	TWA - 8 hrs		STEL - 15 min		Notes
		100 ppm	430 mg/m <sup>3</sup>	250 ppm	1080 mg/m <sup>3</sup>	
STYRENE	WEL	100 ppm	430 mg/m <sup>3</sup>	250 ppm	1080 mg/m <sup>3</sup>	

WEL = Workplace Exposure Limit.

**PROTECTIVE EQUIPMENT****PROCESS CONDITIONS**

Use engineering controls to reduce air contamination to permissible exposure level. Provide eyewash station.

**ENGINEERING MEASURES**

Provide adequate ventilation, including appropriate local extraction, to ensure that the defined workplace exposure limit is not exceeded.

**RESPIRATORY EQUIPMENT**

Wear suitable respiratory protection. Check that mask fits tight and change filter regularly.

**HAND PROTECTION**

The most suitable glove must be chosen in consultation with the gloves supplier, who can inform about the breakthrough time of the glove material. Protection against this substance requires special consideration.

**EYE PROTECTION**

Wear tight-fitting goggles or face shield.

**OTHER PROTECTION**Provide eyewash station. **AVOID ALL SKIN AND RESPIRATORY CONTACT!****HYGIENE MEASURES**

Wash contaminated clothing before reuse. Wash at the end of each work shift and before eating, smoking and using the toilet.

**SKIN PROTECTION**

Protection suit must be worn.

Report Date : 01/10/2008

3 / 4  
SDS NO.: 17360**POLYESTER RESIN****9 PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES**

APPEARANCE	Viscous liquid		
COLOUR	Amber Green		
ODOUR	Strong. Aromatic.		
BOILING POINT (°C)	145	FLASH POINT (°C)	32 TCC (Tag closed cup).

**10 STABILITY AND REACTIVITY**

STABILITY  
No particular stability concerns.

**11 TOXICOLOGICAL INFORMATION**

## HEALTH WARNINGS

This chemical can be hazardous when inhaled and/or touched. This chemical may cause skin/eye irritation and burns (corrosive). May cause severe internal injury. Vapour from this chemical can be hazardous when inhaled.

## ROUTE OF ENTRY

Inhalation. Ingestion. Skin and/or eye contact. Skin absorption.

**12 ECOLOGICAL INFORMATION**

LC 50, 96 Hrs, FISH mg/l                      10-100

**13 DISPOSAL CONSIDERATIONS**

## GENERAL INFORMATION

When handling waste, consideration should be made to the safety precautions applying to handling of the product. Only experts should be permitted to carry out disposal of this material.

## DISPOSAL METHODS

Dispose of waste and residues in accordance with local authority requirements. Absorb spillage with non-combustible, absorbent material.

**14 TRANSPORT INFORMATION**

GENERAL                                      Full protective clothing should be worn when handling this product.



UK ROAD CLASS	3		
PROPER SHIPPING NAME	RESIN SOLUTION		
UN NO. ROAD	1866	UK ROAD PACK GR.	III
ADR CLASS NO.	3	ADR CLASS	Class 3: Flammable liquids.
ADR PACK GROUP	III	HAZARD No. (ADR)	30
ADR LABEL NO.	3	HAZCHEM CODE	3Y
CEPIC TEC(R) NO.	30GF1-I+II, 30GF1-sp	RID CLASS NO.	3
RID PACK GROUP	III	UN NO. SEA	1866
IMDG CLASS	3	IMDG PACK GR.	III
EMS	F-E, S-E	MFAG	See Guide
MARINE POLLUTANT	No.	UN NO. AIR	1866
AIR CLASS	3	AIR PACK GR.	III

**15 REGULATORY INFORMATION**

LABELLING

Report Date : 01/10/2008

4 / 4

SDS NO.: 17360

**POLYESTER RESIN**

Harmful

**CONTAINS**

STYRENE

**RISK PHRASES**

R10 Flammable.  
 R20 Harmful by inhalation.  
 R36/38 Irritating to eyes and skin.

**SAFETY PHRASES**

S2 Keep out of the reach of children  
 S13 Keep away from food, drink and animal feeding stuffs.  
 S24/25 Avoid contact with skin and eyes.  
 S26 In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.  
 S37 Wear suitable gloves.  
 S46 If swallowed, seek medical advice immediately and show this container or label.  
 S51 Use only in well-ventilated areas.  
 S56 Dispose of this material and its container to hazardous or special waste collection point.  
 S64 If swallowed, rinse mouth with water (only if the person is conscious).

**EU DIRECTIVES**

Dangerous Substance Directive 67/548/EEC. Dangerous Preparations Directive 1999/45/EC. System of specific information relating to Dangerous Preparations. 2001/58/EC. Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC, including amendments.

**16 OTHER INFORMATION****REVISION COMMENTS**

NOTE: Lines within the margin indicate significant changes from the previous revision. Please see Application information in section 1 for important changes

**ISSUED BY**

HS&amp;E Manager.

REVISION DATE 17/12/2007

REV. NO./REPL. SDS GENERATED 3

SIGNATURE ms

**RISK PHRASES IN FULL**

R10 Flammable.  
 R20 Harmful by inhalation.  
 R36/38 Irritating to eyes and skin.

**DISCLAIMER**

The information provided in this document has been compiled on the basis of our current knowledge and is believed to be in accordance with the requirements of the Dangerous Substances Directive, Dangerous Preparations Directive and Safety Data Sheets Directive. The information relates to the specific material designated and may not be valid for such material used in combination with any other materials or in any particular conditions or process. The conditions and extent of storage and use of material are outside of our control and within the control of the possessor or user. Consequently it is the responsibility of the possessor or user to satisfy themselves as to the completeness of such information and the suitability of the material for their own particular circumstances, conditions or use.

**Ficha de Segurança – Resina Poliéster – Mason Mate**

## Material Safety Data Sheet




## Polyester Resin

**1. Identification of Substance/Preparation and Company**

**Product Name:** Pe MasonMate Polyester Resin

**Company:** Harrison & Clough Ltd, P.O. Box 9, Harclo Road , Off Aireworth Road, Keighley, West Yorks, BD21 4EG

**Chemical Name and Synonyms:** 2 Component Chemical Anchor Grout Containing Unsaturated Resin and Dibenzoyl Peroxide.

**For Information:** 0844 571 22 22 / 571 22 23 (8.15am - 6.00pm)

**In an Emergency:** As Above.

**2. Composition/Information On Ingredients**

Hazardous Substance	CAS Number	Concentration Range	Warning Symbol	Risk Phrases
Styrene	100-42-5	10 – 30%	Xn	R10, R20, R36/38
Dibenzoyl Peroxide	94-36-0	10 – 30%	E, Xi	R2, R36, R43

**3. Hazards Identification**

**Resin:** Flammable, Harmful by inhalation, Irritating to eyes and skin.

**Catalyst:** May cause sensitisation by skin contact.

**4. First Aid Measures**

**Eye:** Summon immediate medical assistance on contact with skin, eyes, inhalation or ingestion.

**Skin:** Irrigate with clean water for at least 15 minutes. Seek medical attention.

**Ingestion:** Remove from skin with plenty of soap and water. Remove contaminated clothing. If irritation persists, seek medical advice.

**Ingestion:** Drink plenty of water. Seek medical attention. DO NOT INDUCE VOMITING.

Harrison & Clough Ltd.  
P.O. Box 9, Keighley  
West Yorkshire  
BD21 4EG

Tel • 0844 571 22 22  
Fax • 0844 571 22 33  
Email • sales@harclo.com  
Website • www.harclo.com



## Material Safety Data Sheet


**MASON<sup>®</sup>**  
**MATE**

**Polyester Resin**

Inhalation:	Move patient to fresh air and allow to rest. If patient is slow to recover or unconscious, obtain medical assistance immediately.  <i>First Aiders should protect themselves from exposure (Ref to Section 8).</i>
<b>5. Fire Fighting Measures</b>	
Extinguishing Media:	Dry powders, CO <sub>2</sub> and Foam. Not to be used: Halones
Exposure Hazards:	Flammable. Sealed containers heated can pressurise leading to explosion. Emits acrid black smoke and irritating fumes when heated to decomposition.
Fire Fighting Equipment:	Wear self contained breathing apparatus.
<b>6. Accidental Release Measures</b>	
	Do not discharge into sewers. Scrape up and place into a suitable container for disposal. Wash area with water.  <i>Refer to section 5, 8 and 13 for Protective Measures and Disposal.</i>
<b>7. Handling and Storage</b>	
Resin:	Keep away from heat and sources of ignition.
Catalyst:	Keep away from heat and sources of ignition. No sparking tools should be used. Never bring into direct contact with accelerator.  <i>Store in a cool dry place. Keep away from reducing agents e.g. amines, acids, alkalis, heavy metals compounds.</i>

Harrison & Clough Ltd.  
P.O. Box 9, Keighley  
West Yorkshire  
BD21 4EG

Tel • 0844 571 22 22  
Fax • 0844 571 22 33  
Email • sales@harclo.com  
Website • www.harclo.com



# Material Safety Data Sheet

# MASON<sup>®</sup> MATE

## Polyester Resin

### 8. Exposure Controls/Personal Protection.

Hazardous Substance		Long Term Exposure Limit 8 hour TWA		Short Term Exposure Limit 15 minutes	
ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
	Styrene	100	430	250	1080
	Dibenzoyl Peroxide	-	5	-	-

### 8. Exposure Controls/Personal Protection - Continued

<b>Respiratory:</b>	If forced air extraction is not available in enclosed areas, an organic vapour mask will be required if the occupational exposure limit is exceeded.
<b>Ingestion:</b>	Unlikely during normal use.
<b>Skin Protection:</b>	Wear gloves at all times.
<b>Eye Protection:</b>	Not normally required during normal use. If splashing can occur, goggles should be worn.

### 9. Physical/Chemical Properties

Resin		Catalyst	
Appearance	Thick amber Paste	Appearance	Thick Grey Paste
Odour	Distinct styrene	Odour	Faint
Density	1.60g/cm <sup>3</sup>	Density	1.45g/cm <sup>3</sup>
Flash Point	310C	Flash Point	Above the SADT (50°C)
Explosive properties	Lower limit 1.1% Upper limit 6.1%	Oxidising properties	Oxidising
Autoflammibility	490°C	Autoflammibility	> 380°C
Solubility	Insoluble in water	Solubility	Soluble in water

### 10. Stability And Reactivity

<b>Stability:</b>	Stable under normal conditions. Resin component can polymerise (solidify) exothermically if heated, exposed to air, sunlight or by addition of free radical initiators. A dangerous self accelerating decomposition reaction and under certain circumstances explosion or fire can be caused by direct contact of the catalyst with incompatible substances or by thermal decomposition
-------------------	---

Harrison & Clough Ltd.  
P.O. Box 9, Keighley  
West Yorkshire  
BD21 4EG

Tel • 0844 571 22 22  
Fax • 0844 571 22 33  
Email • sales@harclo.com  
Website • www.harclo.com



## Material Safety Data Sheet


**MASON**  
**MATE**®


**Polyester Resin**

Materials to Avoid - Catalyst:	Violent reactions may be expected with acid, alkali, heavy metals and reducing agents. Avoid contact with rust. Do not mix with peroxide accelerators.
Resin:	Reacts vigorously with strong oxidising agents and peroxides. Hazardous Decomposition: Emits acrid smoke and irritating fumes of carbon oxides when heated to decomposition.
Hazardous Polymerisations:	Polymerisations in a closed container can give rise to pressure, which may rupture the vessel.
<b>11. Toxicological Information</b>	
Oral - Resin:	Material is classified as harmful. An LD50 (rat) is 2650mg/m3.
Catalyst:	Material is classified as a sensitiser and may cause sensitisation by skin contact. An LD50 (rat) is 7710mg/m3
Inhalation - Resin:	Lung irritant, can induce drowsiness and eventual unconsciousness. Do not breathe fumes.
Eye:	Irritation and redness may occur.
Skin:	Irritation and redness may occur.
<b>12. Ecological Information</b>	
	Do not discharge into drains or the environment.
<b>13. Disposal Considerations</b>	
	In an uncured state, place in a suitable container and dispose as chemical waste in accordance with local regulations. Small quantities of resin and catalyst may be reacted together, allow to cure and dispose as solid waste.

Harrison & Clough Ltd.  
P.O. Box 9, Keighley  
West Yorkshire  
BD21 4EG

Tel • 0844 571 22 22  
Fax • 0844 571 22 33  
Email • sales@harclo.com  
Website • www.harclo.com



## Material Safety Data Sheet


**MASON<sup>®</sup>  
MATE**

**Polyester Resin**
**14. Transport Information**

Supply label: Harmful  
Flammable  
UN No./SI No. 3269. Polyester resin kit  
Hazard Class 3  
Packing Group III

**15. Regulatory Information**

Labelling: Harmful, Flammable.  
Risk Phrases (R10) Flammable.  
(R20) Harmful by inhalation.  
(R36/38) Irritating to eyes and skin.  
Safety Phrases (S2) Keep out of reach of children.  
(S23) Do not breathe vapour.  
(S46) If swallowed, seek medical advice immediately and show this container or label.

**16. Other Information**

Risk phrases used in section 2 and not previously mentioned:  
R2 – Risk of explosion by shock, friction, fire or other sources of ignition.  
R36 – Irritating to the eyes  
R43 – May cause sensitisation by skin contact.

Date of Preparation: February 2006

Prepared By: P Wadsworth

*The information contained within this document is furnished without warranty of any kind. Users should consider this data only as a supplement of other information gathered by them and make independent determinations of suitability and completeness of information from all sources to ensure proper use and disposal of these materials and the safety of employees customers.*

Harrison & Clough Ltd.  
P.O. Box 9, Keighley  
West Yorkshire  
BD21 4EG

Tel • 0844 571 22 22  
Fax • 0844 571 22 33  
Email • sales@harclo.com  
Website • www.harclo.com


**Ficha de Segurança – Resina Poliéster PE 310 e PE 410 – TIMco**

**POLYESTER RESIN (PE310 & PE410) - SAFETY DATA SHEET****1. IDENTIFICATION OF SUBSTANCE / PREPARATION AND COMPANY**

Product name: TIMco PE 310 and PE 410 Polyester chemical mortar/chemical resin with styrene

Company: T.I.Midwood & Co Ltd  
Green lane  
Wardle  
Nantwich  
Cheshire CW5 6BJ

Tel: 01829 261111

**2. COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS**

Hazardous Ingredients: Styrene 10-30%  
EINECS: 202-851-5 CAS: 100-42-5  
[-] R10; [Xn] R20; [Xi] R36/38

**3. HAZARDS IDENTIFICATION**

Main hazards: Flammable; Harmful by inhalation; Irritant to eyes and skin.

**4. FIRST AID MEASURES**

Skin contact: Symptom: There may be irritation at the site of contact  
Action: Wash immediately with plenty of soap and water. Remove contaminated clothing unless stuck to skin.

Eye contact: Symptom: There may be irritation and redness  
Action: Bathe eye in running water for 15 minutes and consult a doctor immediately

Ingestion: Symptom: Nausea and stomach pain may occur.  
Action: Do not induce vomiting. Consult a doctor immediately

Inhalation: Symptom: Shortness of breath and tightening of chest  
Action: Remove casualty from exposure into well ventilated area. Consult doctor

**5. FIRE FIGHTING MEASURES**

Extinguishing media: Carbon Dioxide. Dry powder. [Suitable system for surrounding fire should be used]

Exposure hazard: Flammable. In combustion it emits toxic fumes

Fire fighting equipment: Wear self contained breathing apparatus. Wear protective clothing to prevent contact with skin and eyes

**POLYESTER RESIN (PE310 & PE410) - SAFETY DATA SHEET****6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES**

Environmental Hazards:	Do not discharge into sewers, drains or rivers
Personal precautions:	Refer to section 8
Clean Up procedures;	Absorb into dry earth or sand. Transfer to suitable, labeled and closed container for appropriate disposal.

**7. HANDLING AND STORAGE**

Handling:	Ensure sufficient ventilation to area. Avoid direct contact. Must be kept in original container.
Storage:	Cool dry place in original packaging. Keep away from sources of ignition

**8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION**

Hazardous ingredients:	Styrene: WEL (8hr exposure limit): 430mg/m3. WEL (15 minute exposure level): 1080mg/m3
Engineering measures:	Ensure sufficient ventilation of area
Skin:	Wear protective [impermeable] gloves and protective clothing
Eyes:	Wear safety goggles

**9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES**

State:	Paste
Odour:	Characteristic odour
Solubility:	Insoluble in water
Flash point;	32 °C
Relative density	1.7

**10. STABILITY AND REACTIVITY**

Stability:	Stable under normal conditions
Conditions to avoid:	Direct sunlight, sources of ignition
Materials to avoid:	Strong oxidizing agents, strong acids, strong bases
Hazardous decomposition:	In combustion it emits toxic fumes

**11. TOXICOLOGICAL INFORMATION**

Hazardous ingredients:	Styrene IVN MUS LD50 90mg/kg ORL MUS LD50 316mg/kg ORL RAT LD50 2650mg/kg
------------------------	--

## POLYESTER RESIN (PE310 & PE410) - SAFETY DATA SHEET

### 12. ECOLOGICAL INFORMATION

Mobility: Insoluble in water

Environmental precautions: See also section 6

### 13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Disposal operations: D10 incineration

Disposal of packaging: Regulated landfill, or other suitable method for hazardous waste

NB: Local, Regional or National regulations may apply

### 14. TRANSPORT INFORMATION

ADR / RID: Labeling: Exempt C1 2.2.3.1.5

IMDG / IMO: Labeling: Exempt IMDG Code Clause 2.3.2.5

IATA / ICAO: UN no: 1866, Class: 3  
Packaging group: III, packaging instructions: 310  
Labeling: 3

### 15. REGULATORY INFORMATION

Hazardous: Harmful



Risk phrases:	R10:	flammable
	R20:	harmful by inhalation
	R36/38:	Irritating to eyes and skin
Safety Phrases:	S23:	do not breathe vapour
	S26:	in case of contact with eyes rinse immediately with plenty of water and seek medical advice
	S36/37/39:	wear suitable protective clothing, gloves and eye / face protection

Note: The regulatory information given above only indicates the principle regulations specifically applicable to this product. The user's attention is drawn to the possible existence of additional provisions which complete these regulations. Refer to all applicable national, regional and local regulations or provisions





## FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

Revisão: 02/06/2008

---

**Resina Química Poliéster**


---

**1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO/PREPARAÇÃO E DA SOCIEDADE/EMPRESA**

Nome do Produto: Resina Química poliéster 3 Marcos

Uso do Produto: Ancoragem química para construção

Empresa: 3 Marcos - Indústrias Metálicas SA

Apartado 214 Vale do Grou

3754-909 Águeda Portugal

Telefone de emergência: +351 234600290

**2. COMPOSIÇÃO/INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES**

	Nº CAS	Nº EINECS	Peso (%)	Fases de Risco
Estimato	100-42-5	202-851-5	10-30	R10, R20 R36/38

**3. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS**

Potenciais efeitos para a saúde: Irritável. Nocivo por inalação. Irritante para os olhos e pele.

**4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS****Olhos:** Pode provocar irritação e vermelhidão. Lave os olhos com água corrente durante 15 minutos. Consulte um médico.**Boca (ingestão):** Pode provocar inflamação e vermelhidão da garganta e boca. Não provoque o vômito. Se consciente, forceja meio litro de água imediatamente. Consulte um médico.**Pulmões (inalação):** Pode provocar irritação da garganta com sensação de aperto no peito. Afaste a vítima da exposição e assegure-se que mais ninguém se encontra exposto. Se consciente, assegure-se que a vítima se senta ou deita. Consulte um médico.**Pele:** Pode provocar irritação e vermelhidão no ponto de contacto. Retire a roupa contaminada a não ser que estejam coladas ao corpo. Lave de imediato com água abundante e sabão. Consulte um médico.

3 Marcos – Indústrias Metálicas, SA  
 Apartado 214 Vale do Grou  
 3754-909 Águeda  
 Portugal

Tel: 4351234 600 200

Fax: 4351 234 601 917





## FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

Revisão: 02/06/2008

---

**Resina Química Poliéster**

---

**5. MEDIDAS DE COMBATE A INCENDIO**

**Meios de extinção apropriados:** CO2, e espuma

**Perigos de exposição:** Nocivo, inflamável. Forma misturas vapor-ar explosivas. Em combustão emite fumes tóxicos de dióxido de carbono e monóxido de carbono.

**Procedimentos especiais:** Use vestuário de protecção e dispositivos de respiração.

**6. MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE FUGAS ACIDENTAIS**

**Precauções ambientais:** Manter afastado de drenos e cursos de água

**Procedimentos de limpeza:** Contter e recolher com um material inerte e absorvente e coloque num contentor para tratamento.

**Precauções pessoais:** Vista equipamento de protecção adequado como descrito na secção "protecção da: olhos e pele" no ponto 8.

**7. MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM**

**Manuseamento:** Utilize em zonas bem ventiladas. Evite o contacto com a pele, olhos e não ingira.

**Armazenagem:** Armazene a embalagem fechada entre 5°C e 25°C e afastada da luz solar directa ou outras fontes de calor.

**8. CONTROLO DE EXPOSIÇÃO/PROTECÇÃO INDIVIDUAL**

**Componentes perigosos:** Estireno

**Límite de exposição ocupacional:** VLE (8h/d): estireno – 430 mg/m<sup>3</sup>

VLE (15 min.): estireno – 1080 mg/m<sup>3</sup>

**Protecção respiratória:** Mantenha uma boa ventilação. Dispositivo de respiração autónoma deve estar disponível em caso de emergência.

**Protecção das Mãos:** Use luvas protectoras

**Protecção dos olhos:** Use óculos de protecção. Assegure-se que tem um lava-olhos próximo.

**Protecção da pele:** Use roupa protectora.

---

3 Marcos – Indústrias Metálicas, SA  
Apartado 214 Vale do Grou  
3754-909 Águeda  
Portugal

Tel.: +351 234 600 200

Fax: +351 234 601 917



www.3marcos.com



## FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

Revisão: 02/06/2008

---

**Resina Química Poliéster**


---

**9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS**

Estado físico: Pastoso	Ponto Flash: 32 °C
Cor: Castanho	Limite inflamação inferior: 1.1 %
Odor: característico	Limite explosão superior: 6.1 %
Densidade: 1.65 g.ml <sup>-1</sup>	Solúvel em solventes orgânicos: Sim
pH: NA	Solúvel em água: Não
Ponto de ebulição: 145 °C	

**10. ESTABILIDADE E REACTIVIDADE**

**Estabilidade:** Estável em condições normais. Pode polimerizar em contacto com luz.

**Produtos perigosos de decomposição:** Em combustão emite fumos tóxicos de CO<sub>2</sub>/CO

**Condições a evitar:** Luz solar directa. Calor. Fontes de ignição. Chamas

**Materiais a evitar:** Agentes oxidantes

**11. INFORMACÕES TOXICOLÓGICAS**

	Estireno
IVN MUS LD 50 (mg.kg <sup>-1</sup> )	90
ORAL MUS LD50 (mg.kg <sup>-1</sup> )	316
ORAL RAT LD50 (mg.l <sup>-1</sup> )	2650

**Toxicidade Crónica:** Perigo de danos graves para a saúde por prolongada exposição por inalação  
**Metos de exposição:** Veja a secção 4 desta ficha.

**12. INFORMACÕES ECOLÓGICAS**

**Mobilidade:** Insolúvel em água. Mais pesado que a água

**Degradabilidade:** Não é bio-degradável

**Potencial de Bio-acumulação:** Não tem potencial de bio-acumulação

**Outros efeitos adversos:** Nocivo para organismos aquáticos

3 Marcos – Indústrias Metálicas, SA  
 Apartado 214 Vale do Girou  
 3754-909 Águeda  
 Portugal

Tel: +351234 600 200

Fax: +351 234 601 917



[www.3marcos.com](http://www.3marcos.com)

**FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA**

Revisão: 02/06/2008

**Resina Química Poliéster****13. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO**

Elimine o produto de acordo de com as exigências legais nacionais e locais em vigor e regulamentos comunitários

Código de lixo não curado (Alemanha): 080402

Código de lixo curado (Alemanha): 080404

**14. INFORMAÇÕES DE TRANSPORTE****Via Terrestre (ADR/RID)**

UN N.º: 3269  
Grupo de embalagem: III  
Des, para despacho: Resina de poliéster  
Rotulagem: 3  
Classe ADR: 3  
Código de classificação: F1

**Via Marítima (IMDG/IMO):**

UN N.º: 3269  
Grupo de embalagem: III  
EmS: F-E, S-D  
Rotulagem: 3  
Classe: 3

**Via Aérea (IATA/ICAO)**

UN N.º: 3269  
Grupo de embalagem: III  
Rotulagem: 3  
Classe: 3  
Instruções de embalagem: 312

3 Marcos – Indústrias Metálicas, SA  
Apartado 214 Vale do Grou  
3754-909 Águeda  
Portugal

Tel: +351234 600 200

Fax: +351 234 601 917

**3Marcos**  
[www.3marcos.com](http://www.3marcos.com)



## FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

Revisão: 02/06/2008

---

**Resina Química Poliéster**


---

**15. INFORMAÇÕES LEGAIS OBRIGATÓRIAS**

Produto rotulado conforme as directivas da CE 67/548/CE e 1999/45/CE:

**Símbolos de Perigo:** Nocivo  
Inflamável



**Frases R:** R10: Inflamável  
R20: Nocivo por inalação  
R36/38: Irritante para os olhos e pele

**Frases S:** S2: Manter fora do alcance das crianças  
S16: Em caso de ingestão consultar imediatamente o médico e mostrar-lhe a embalagem e o rótulo.

*Nota:* As informações regulamentares fornecidas acima indicam apenas os principais regulamentos especificamente aplicáveis ao descrito na ficha de dados de segurança. Chama-se a atenção do utilizador para a possível existência de cláusulas adicionais que completam estes regulamentos. Consultar todos os regulamentos ou cláusulas locais, nacionais e internacionais aplicáveis.

**16. OUTRAS INFORMAÇÕES**

**Frases de risco de secção 2:** R10: Inflamável  
R20: Nocivo por inalação  
R36/38: Irritante para os olhos e pele.

**Renúncia de responsabilidade:** Acreditamos que a informação acima está correcta embora não se pretenda que ela seja exaustiva, devendo ser utilizada apenas como orientação. Esta empresa não aceita responsabilidade por quaisquer danos resultantes do manuseamento ou do contacto com o produto acima.

A informação fornecida neste documento é a mais correcta que dispomos até à data da sua publicação. A informação aqui disposta destina-se a aconselhar uma utilização, manuseamento e armazenamento, transporte e eliminação seguros e não deve ser considerada como garantia ou especificação de qualidade. A informação refere-se apenas ao produto designado e pode não ser válida se o mesmo for utilizado indevidamente

3 Marcos – Indústrias Metálicas, SA  
Apartado 214 Vale do Grou  
3754-909 Águeda  
Portugal

Tel.: +351234 600 200

Fax: +351 234 601 517



[www.3marcos.com](http://www.3marcos.com)

## Ficha de Segurança – Resina Poliéster Insaturada – PoliResinas

**FISQP****Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico****1. Identificação do Produto e da Empresa**

Nome do Produto: Resina Poliéster Insaturada

Código do Produto: Poli

Aplicação: Utilizada na fabricação de materiais compósitos.

Fornecedor: Poli Resinas Indústria e Comércio de Resinas Ltda.

End.: Estrada Particular Fukutaro Yida, 1310- Cooperativa- São Bernardo do Campo- SP. CEP: 09852-060

Telefone de Emergência: (11) 4343-6006

Fax: (11) 4343-8870

E-mail: poliresinas@poliresinas.com.br

**2. Composição e Informação sobre os ingredientes**

Natureza Química: Líquido viscoso, amarelo, inflamável, tóxico, de odor aromático e penetrante.

Nome Químico	N.º CAS	Concentração %	Classificação de Risco	Notas
Estireno	100-42-5	50-30	03 (inflamável)	2055 (nº da ONU)
Resina Poliéster	Propriedade Poli Resinas	50-70	-	-

Sinônimo: Resina Poliéster, Resina Poliéster Insaturado.

**3. Identificação de perigos**Principais Perigos**Saúde**

- Olhos: Pode causar irritação. Os sintomas podem ser ardência, lacrimejamento, vermelhidão e inchamento.

**Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico***Resina de Poliéster Insaturada*

- Pele: Pode causar Irritação. A exposição prolongada ou repetida pode causar ressecamento da pele. Os sintomas podem ser vermelhidão, queimadura, ressecamento e descamação da pele. A absorção pela pele é possível, mas não é provável quando manuseado e utilizado de acordo com as Normas de Segurança do Trabalho.
- Ingestão: Pode causar irritação ao trato gastro- intestinal e os sintomas podem ser náusea, vômito e diarreia. Pode causar também Depressão do Sistema Nervoso Central e os sintomas podem ser letargia, insônia e tontura. Durante a ingestão ou vômito, o material pode ir para os pulmões e pode causar inflamação, convulsões e risco de edema pulmonar.
- Inalação: Causa irritação ao sistema respiratório. Os sintomas podem ser tosse e dificuldade em respirar. Age como sedativo ao sistema nervoso central. A exposição a altas concentrações pode causar acúmulo de fluido nos pulmões (edema pulmonar) causando EMERGÊNCIA MÉDICA.
- Exposição crônica: A exposição contínua a este material pode causar náusea, vômito, perda de apetite, sensação de entorpecimento, fraqueza e doenças funcionais do sistema nervoso e fígado. Pode causar dermatite. As mulheres podem ter disfunções na menstruação e ovulação. Pode causar efeitos mutagênicos e teratogênicos.
- Agravamento em condições pré- existentes: Pessoas com doenças de pele, olhos, fígado, sistema nervoso central e dificuldades na respiração pré-existentes, podem ser mais suscetíveis aos efeitos deste material.

**Perigos físicos/ químicos**

- Risco a saúde: 3- Severo (causa câncer)
- Taxa de inflamabilidade: 3- Severo (inflamável)
- Taxa de reatividade: 2- Moderado
- Taxa de contato: 2- Moderado
- Equipamentos de Proteção de Laboratório: Óculos, máscara facial, avental, luvas, sapatos de segurança, capela com exaustão, extintor Classe B.
- Código de cores para armazenamento: Vermelho (inflamável)

**Meio Ambiente**

- Solo: Quando liberado no solo espera-se que evapore rapidamente e que seja biodegradável.
- Água: Quando liberado na água espera-se que evapore rapidamente e que seja biodegradável.
- Ar: Quando liberado no ar espera-se que este material seja degradado pela reação com os radicais hidroxila produzidos fotoquimicamente. O tempo de meia - vida no ar é menor que 01 (um) dia.
- Toxicidade ambiental: A concentração letal para os peixes LC50/96 horas é de entre 01(uma) e 10(dez) mg/l.

Perigos específicos: N/C

**4. Medidas de primeiros socorros**

Inalação: Remover o acidentado para local ventilado. Se não estiver respirando, proceder à respiração artificial. Se a respiração for difícil, fornecer oxigênio. Chamar o médico.

**Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico**  
*Resina de Poliéster Insaturada*

Contato com a pele: Imediatamente lavar a pele com sabão e água em abundância por no mínimo 15 (quinze) minutos e retirar as roupas e sapatos contaminados com o material. Chamar o médico. Lavar muito bem a roupa antes de reutilizá-la. Limpar completamente os sapatos antes de reutilizá-los.

Contato com os olhos: Imediatamente lavar os olhos com água em abundância por no mínimo 15 (quinze) minutos, levantando as pálpebras superiores e inferiores alternadamente. Chamar o médico imediatamente.

Ingestão: Não induzir ao vômito e dar água em abundância, se o acidentado estiver consciente. Nunca dar algo pela boca à pessoa inconsciente. Chamar o médico.

**Sintoma/efeitos mais importantes:**

Olhos: Irritação

Pele: Queimadura

Ingestão: Lesão gastro-intestinal.

Inalação: irritação no trato respiratório.

Proteção para os prestadores de primeiros socorros: Óculos, máscara facial, avental, luvas, sapatos de segurança, extintores Classe B.

**Notas para o médico:**

- Se for realizada a lavagem gástrica, sugere-se controle endotraqueal e/ou esofágico.
- O perigo de aspiração pulmonar deve ser avaliado tendo em conta o grau de toxicidade, se decidir pelo esvaziamento do estômago.
- Se aspirado poderá ocorrer rápida absorção através dos pulmões e causar efeitos sistêmicos; a de provocar vômito ou não, deve ser tomada pelo médico.
- Se houver queimadura, tratar como qualquer outra queimadura térmica depois da descontaminação.
- Não há antídoto específico. O tratamento deve ser baseado no julgamento do médico, em respostas às reações do acidentado.

**5. Medidas de combate a Incêndio**

Meios de extinção apropriados: Água pressurizada, PQS, espuma e dióxido de carbono.

Meios de extinção contra indicados: N/C

Perigos específicos: Na presença de fogo, poderá ocorrer a polimerização do material. Se a polimerização ocorrer em recipiente fechado há possibilidade deste se romper violentamente. Resfriar o recipiente com água.

Métodos específicos: N/C

**Equipamentos especiais para proteção dos bombeiros:**

Para proteção respiratória: Usar aparelho de isolamento autônomo ou de adução de ar.

Para proteção do corpo: Vestimenta resistente ao material.

**6. Medidas de controle para derramamento ou vazamento**

Precauções pessoais: Ventilar a área em caso de vazamento ou derramamento. Retirar todas as fontes de ignição. Usar Equipamentos de Proteção individual conforme especificado no item 08. Isolar a área de risco. Manter afastadas as pessoas não autorizadas e sem proteção.

Precauções para o meio ambiente: No caso de grandes derramamentos de material, interromper a fonte prevenindo a dispersão em drenos, esgotos e cursos de água. Se for inevitável a dispersão, comunicar a autoridade competente. Bombear ou transferir com vácuo o material derramado a um recipiente limpo para recuperação.

Métodos para remoção e limpeza: Conter e recuperar o material, se possível. Utilizar ferramentas e equipamentos que não produzam faíscas. Coletar o líquido ou absorvê-lo em um material inerte (p. ex. vermiculita, areia seca, terra e outros) e colocar em recipiente destinado para rejeito químico. Não usar materiais combustíveis tais como pó de serra. Não lavar em abundância devido à liberação do produto na rede de esgoto.

Recuperação: N/A

Neutralização: N/A

Descarte: Os recipientes vazios deste material podem ser perigosos, pois podem apresentar resíduos retidos na forma de vapor, líquido e/ou sólidos. Todas as precauções citadas neste documento devem ser observadas.

Manuseio: devem ser observadas as informações citadas no item 07.

**7. Manuseio e Armazenamento**

Manuseio:

Medidas técnicas apropriadas: N/A

Prevenção da exposição: Os níveis atmosféricos devem ser mantidos abaixo dos limites de exposição ocupacional. Evitar a ingestão ou exposição prolongada da pele ou olhos, bem como a inalação de vapores.

Prevenção de fogo ou explosão: Os vapores são mais pesados que o ar e podem apresentar perigo de fogo e de explosão. Podem também acumular em zonas baixas ou moverem-se ao longo do solo até uma fonte de ignição e inflamar-se no percurso até a fonte emissora. Eliminar todas as fontes de ignição. Tomar precauções para evitar o acúmulo de eletricidade estática. Equipamentos de transferência devem permitir o escoamento de cargas estáticas e deve ser utilizado equipamento anti-deflagrante.

Precauções para manuseio seguro do produto químico: Não utilizar ar ou oxigênio para transferir o produto. Purgar o oxigênio dos vasos antes do enchimento. Prevenir a contaminação do solo e águas subterrâneas.

**Avisos de manuseio seguro:** Não limpar os recipientes vazios, pois é difícil remover os resíduos do material (vapores e líquidos). Não pressurizar, cortar soldar, furar ou expor tais recipientes ao calor, faísca, chama, eletricidade estática ou outras fontes de ignição, pois podem explodir e causar lesões ou até mesmo a morte. Observar TODOS os avisos e cuidados listados para o material.

**Armazenamento:**

**Medidas técnicas apropriadas:** N/A

**Condições de armazenamento:**

**Adequadas:** Proteger os recipientes contra agentes físicos. Armazenar em áreas bem ventiladas, afastadas da luz solar e longe de fontes de ignição. É recomendada uma área de armazenamento externa ou isolada. A Temperatura ideal para armazenagem é de igual ou inferior a 26°C.

**A serem evitadas:** Aumento da Temperatura ( $t >$  ou  $= 32^{\circ}\text{C}$ ).

**Produtos Incompatíveis:** Peróxidos, cloreto de alumínio, ácido fortes, sais metálicos, halogêneos e catalisadores de polimerização.

**Materiais para embalagem:** Recipientes de aço inoxidável ou de aço carbono revestido internamente.

**Recomendações:** Monitorar e controlar níveis de inibidor e oxigênio. Recomenda-se que a concentração do inibidor seja mantida acima de 5ppm.

**Inadequadas:** N/A

**8. Controle de exposição e proteção individual**

**Medidas de controle de engenharia:** Um sistema de ventilação local e/ ou exaustora geral é recomendado para manter a exposição dos trabalhadores abaixo dos Limites de Exposição atmosférica. A ventilação Local geralmente é preferível porque pode controlar as emissões do contaminante na fonte, prevenindo a dispersão para a área de trabalho.

**Parâmetros de controle:**

**Limites de exposição:**

Nome Químico	Limite de Exposição	Tipo	Nota	Referências
Estireno	78ppm (48 h/semana)	Atmosférica	LT para absorção por Via respiratória	LT-NR 15- Anexo n°11
Estireno, monômero	20ppm (TWA) 40ppm (STEL/TETO) (40 h/semana)	Atmosférica	A4- Não Classificável como carcinogênico humano	ACGIH

Indicadores Biológicos:

Nome Químico	Limite Biológico	Indicador	Nota	Referência:
Estireno	IBPM= 0,8 g/g creat IBPM= 240 mg/g creat	Ac. mandélico Ac.fenilglioixílico	Material=urina Material= urina	NR07- Anexo 01

**Procedimentos recomendados para monitoramento:**

- Monitorização ambiental: A medida e a avaliação do material no ambiente é realizada para estimar a exposição ambiental e o risco à saúde por comparação dos resultados com referências apropriadas.
- Monitorização biológica: A medida e a avaliação do material visa estimar a quantidade biodisponível (dose interna), com o objetivo de assegurar que a exposição do indivíduo não alcance níveis nocivos.

**Equipamentos de Proteção Individual:**

- Proteção respiratória: Se o limite de exposição é excedido, uma máscara semifacial com cartucho para vapor orgânico pode ser usada para até dez vezes o limite de exposição ou a concentração máxima de uso, especificada pelo órgão regulamentador ou o fornecedor da máscara. Uma máscara facial com cartucho para vapor orgânico pode ser usada para até cinquenta vezes o limite de exposição ou a concentração máxima de uso, especificada pelo órgão regulamentador ou o fornecedor da máscara. Para emergências ou situações onde os limites de exposição não são conhecidos, utilizar respirador com demanda automática de oxigênio.
- Proteção para as mãos: Usar luvas resistentes ao material
- Proteção para os olhos: Usar óculos de segurança ou protetor facial resistente ao material. Instalar lava-olhos próximo ao local de trabalho.
- Proteção para pele e corpo: Usar calçado de proteção e vestimenta resistentes ao material. Instalar chuveiro próximo ao local de trabalho.
- Medidas de Higiene: Evite o contato com alimentos. Lave muito bem as mãos com água e sabão após manuseio do material.

**9. Propriedades Físico - Químicas**

Estado físico: Líquido viscoso.

Forma: N/A

Odor: Aromático e penetrante

Cor: Amarelo

PH: N/A

**Temperaturas específicas ou faixas de temperaturas nas quais ocorrem mudanças de estado físico:**

- Ponto de ebulição: 145,2°C
- Faixa de destilação: N/A
- Ponto de congelamento: (-) 30,6°C
- Ponto de fusão: (-) 30,6°C
- Temperatura de decomposição: N/A
- Ponto de fulgor: 31°C
- Temperatura de auto- ignição: 490°C
- Limites de explosividades:
  - ° LEI: 0,9
  - ° LES: 6,8
- Pressão de vapor: 5mmHg (20°C)
- Densidade de vapor (ar=1): 3,6
- Densidade: 0,9059(20°C)
- Solubilidade: desprezível (<0,1%)
- Coeficiente de partição água / actanol: 3,06
- Radioatividade: N/A
- Densidade aparente: N/A
- Outras: N/A

**10. Estabilidade e Reatividade**

Estabilidade: É estável com adição de inibidor de polimerização.

Reações Perigosas: O monômero de estireno não inibido é muito instável e mesmo quando inibido, a polimerização ocorre lentamente à temperatura ambiente e rapidamente com a elevação de temperatura ou em contato com certos iniciadores.

Condições a evitar: calor, chama, fontes de ignição, luz e materiais incompatíveis.

Materiais a evitar: Vapor do material é explosivo quando exposto ao calor ou chama reage com oxigênio acima de 40°C para formar um peróxido explosivo sensível ao calor.

Produtos Perigosos de Decomposição: Os produtos resultantes da combustão são monóxido e dióxido de carbono.

**11. Informações Toxicológicas**

Toxicidade aguda:

Inalação: LC50 em ratos é maior que 2.800 ppm/4horas

Contato com a pele: N/A

Contato com os olhos: N/A

Ingestão: LD50 em ratos é de 20650mg/kg

Efeitos locais:

Olhos: Irritação

Pele: Queimadura

Ingestão: Lesão gastro-intestinal

Inalação: Irritação no trato respiratório

Sensibilização: Exposição excessiva e repetida à quantidade elevada pode causar efeito no sistema nervoso central, fígado e rins. Exposição excessiva e repetida à pequena dose pode causar efeito no sistema nervoso central e irritação no trato respiratório e nos olhos.

Toxicidade crônica: Os dados obtidos em estudo de longa duração com animais, e os estudos epidemiológicos de trabalhadores expostos ao estireno não forneceram base adequada para concluir que o material é um cancerígeno.

Efeitos específicos: São improváveis efeitos congênitos. Mesmo em exposição agudas que tiveram efeito adverso sobre a mãe, não devem ter algum efeito sobre o feto. Em estudos com animais também não interfere na reprodução.

## 12. Informações Ecológicas

Mobilidade: N/A

Persistência/ Degradabilidade: Quando Liberado no solo e na água, este material evapora rapidamente e é biodegradável. Quando liberado no ar, este material é degradado pela reação com radicais hidroxila produzidos fotoquimicamente e tem uma meia-vida menor que 01(um) dia

Bioacumulação: N/A

Ecotoxicidade: LC50/96horas para peixes está entre 01 (um) e 10 (dez) mg/L

## 13. Considerações sobre tratamento e Disposição

Resíduos do produto: O material deverá ser monitorado em uma instalação adequada e aprovada para a disposição de rejeitos.

Embalagens contaminadas: Dispor o recipiente e o material não utilizado em conformidade com as regulamentações federal, estadual e local.

## 14. Informações sobre transporte

Terrestre:

Nome apropriado para embarque: Monômero de estireno inibido  
Número da ONU: 2055  
Classe de risco/divisão: 3 (inflamável )  
Número de risco: 39  
Grupo de embalagem: III  
Comentários: Líquido inflamável, nocivo por inalação para olhos e pele.

Marítimo

Nome apropriado para embarque: Monômero de estireno inibido  
Número da ONU: 2055  
Classe de risco/divisão: IMO 3.3 ( inflamável)  
Grupo de embarque: III  
Comentários: Líquido inflamável, nocivo por inalação e irritante para os olhos e pele.

Aéreo:

Nome apropriado para embarque: Monômero de estireno inibido  
Número da ONU: 2055  
Classe de risco/divisão: ICAO & IATA: 3  
Grupo de embarque: III  
Comentários: Líquidos inflamável, nocivo por inalação e irritante para olhos e pele.

**15. Regulamentações**RotulagensEtiqueta de advertência sobre risco:

“CUIDADO! LÍQUIDO E VAPOR INFLAMÁVEIS. NOCIVOS SE INGERIDO, INALADO OU ABSORVIDO PELA PELE. PODE CAUSAR IRRITAÇÃO NA PELE, OLHOS E TRATO RESPIRATÓRIO. AFETA O SISTEMA NERVOSO CENTRAL, FÍGADO E SISTEMA REPRODUTIVO.”

Etiqueta de Precauções:

“Manter longe do calor, faíscas e chamas.  
Manter o recipiente fechado.  
Manusear somente em ambiente com ventilação adequada  
Evitar contatos com os olhos, pele e vestimenta.  
Após o manuseio, lavar as mãos com água e sabão em abundância.  
Evitar respirar o vapor ou névoa.”

Etiqueta de primeiros socorros:

“**Inalação:** Remover o acidentado para local ventilado. Se não estiver respirando, proceder à respiração artificial. Se a respiração for difícil, fornecer oxigênio.

“**Contato com a pele:** Imediatamente lavar a pele com sabão e água em abundância por no mínimo de 15 (quinze) minutos e retirar as roupas e sapatos contaminados com o material. Lavar muito bem a roupa antes de reutilizá-la. Limpar completamente os sapatos antes de reutilizá-los.

**Contatos com os olhos:** Imediatamente lavar os olhos com água em abundância por no mínimo 15 (quinze) minutos, levantando as pálpebras superiores e inferiores alternadamente.

**Ingestão:** Não induzir ao vômito e dar água em abundância, se o acidentado estiver consciente. Nunca dar algo pela boca à pessoa inconsciente.

CHAMAR O MÉDICO IMEDIATAMENTE.”

**Regulamentação:** Exigências regulamentares estão sujeitas a mudanças e podem diferir de uma região para outra ; é responsabilidade do usuário assegurar que suas atividades estejam de acordo com a legislação Municipal , estadual e Federal.

#### 16. Outras Informações

**Em caso de liberação acidental:** Verificar a área de vazamento ou derramamento. Retirar todas as fontes de ignição. Usar equipamento de proteção individual, conforme item 08. Isolar a área de risco. Manter afastadas as pessoas não autorizadas e sem proteção. Conter e recuperar o líquido se possível. Utilizar ferramentas e equipamentos que não produzam faíscas. Coletar o líquido em recipientes apropriado ou absorvê-lo em material inerte (p. ex. vermiculita, areia seca e terra) e colocar em recipiente destinado para rejeito químico. Não usar materiais tais como pó de serra. Não lavar em abundância devido à liberação de produto na rede de esgoto e/ou cursos de água. Se o material derramado não estiver em combustão, usar água pressurizada para dispersar os vapores e proteger aqueles que estiverem tentando bloquear o vazamento.

AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE DOCUMENTO SÃO PRECISAS E ORIENTATIVAS PARA O USO ADEQUADO DO MATERIAL.



## FICHA TÉCNICA DE SEGURANÇA DO PRODUTO QUÍMICO

### 1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

**NOME DO PRODUTO:** RESINA POLIÉSTER INSATURADA  
RESINA POLIÉSTER (GEL COAT)  
AEROJET BRASILEIRA DE FIBERGLASS LTDA.

**NOME DA EMPRESA:**

**ENDEREÇO DA EMPRESA:** Rua Da Paz, 637 – Ch Sto Antônio Sto Amaro  
Cep: 04713-000 – São Paulo - SP  
(0xx11) 2713-6868

**TELEFONES DE EMERGÊNCIA:** Aerojet (0XX11) 2713 -6868

**Revisão:** Abril 2008

**E MAIL:** [aerojet@aerojet.com.br](mailto:aerojet@aerojet.com.br)

**Revisão:** Julho 2009

### 2. COMPOSIÇÃO

**SUBSTÂNCIA:** Este produto deve ser considerado um preparado.

**NOME QUÍMICO:** Resinas poliéster

### INGREDIENTES QUE CONTRIBUAM PARA O PERIGO

Nº	Concentração (%peso)	Número-CAS	Nome químico	Símbolo	Frase(s) com relação ao risco
1	40	100-42-5	Monômero de estireno	M E	ONU 2055 classe 39

### 3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

Pode provocar incêndio.  
Nocivo por ingestão.  
Provoca queimaduras.  
Risco de sérios danos aos olhos.

### 4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

#### Medidas de primeiros Socorros

**Informações gerais** Em casos de dúvidas e se os sintomas persistirem, procurar cuidados médicos. Nunca administre qualquer tipo de substância vai oral em pessoas inconscientes.

**Inalação** Remover a vítima para o ar fresco (ambiente ventilado) . Mantenha a pessoa calma, em repouso, e em posição inclinada, afrouxando a roupa .Se a vítima estiver com dificuldade de respirar, aplicar respiração artificial rica em oxigênio. Consultar imediatamente um médico.

**Contato com a pele** Remover imediatamente todas as roupas contaminadas. Lavar a pele com água e sabão. Lavar as roupas antes de voltar a utilizá-las. Consultar imediatamente um médico.

**Contato com os olhos** Lavar imediatamente com abundante quantidade de água, por pelo menos 15 min. As pálpebras devem ser afastadas dos globos oculares para se certificar de que se fez uma lavagem completa Consultar imediatamente um médico.

**Ingestão** Em caso de ingestão consultar imediatamente um médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo do produto. Apenas quando estiver consciente, lavar a boca, dar bastante água para beber. NÃO provocar o vômito.

### 5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

**Meios de extinção apropriados** Água em forma de neblina, espuma, pó químico seco ou dióxido de carbono. Em caso de pequenos incêndios, extinguir com pó químico ou dióxido de carbono e depois aplicar água para evitar a re-ignição.

**Meios de extinção não apropriados** Halon

**Perigos específicos** Se envolvido no fogo, vai sustentar a combustão. Em caso de incêndio e/ou explosão não respirar os fumos.

## FICHA TÉCNICA DE SEGURANÇA DO PRODUTO QUÍMICO

<b>Produtos da Decomposição/combustão</b>	<b>perigosos</b> Dióxido de carbono e monóxido de carbono.
<b>Equipamento de proteção</b>	Usar vestuário de proteção adequado. Usar máscara de respiração autônoma em modo de pressão positiva ( SCBA ).
<b>Outras informações</b>	Resfriar os recipientes fechados com água.

**6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAME OU VAZAMENTO**

<b>Precauções pessoais</b>	Evitar contato com a pele e olhos. Para proteção pessoal veja Seção 8
<b>Precauções ao meio ambiente</b>	Fazer diques para que o produto não se espalhe. Recolher a maior quantidade possível num recipiente limpo para reciclagem ou eliminação. Impedir que a água contaminada / produto atinja outras águas/solo.
<b>Métodos para limpeza</b>	Absorver o produto restante utilizando p. ex. vermiculita, areia ou terra mantendo a mesma sempre úmida após absorver o produto. Colocar o resíduo em recipientes adequados para eliminação de acordo com as regulamentações locais.
<b>Outras informações</b>	Remover fontes de ignição da área de derramamento. Eliminar o vazamento. Ventilar área fechadas para prevenir a formação de vapores inflamáveis e tóxicos. Áreas contaminadas devem ser descontaminadas antes de liberar para o uso.

**7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO**

<b>Manuseio</b>	Manter o produto e os recipientes vazios longe do calor e das fontes de ignição. Não devem ser usadas ferramentas faiscantes. Evitar o choque e a fricção. Deve-se evitar o confinamento. Assegurar boa ventilação e exaustão na área de trabalho. Aplicar no trabalho as leis de saúde e segurança. Não reutilizar as embalagens e no caso de necessidade de utilizar outras embalagens (fracionamento) utilize embalagens, novas limpas e descontaminadas observando os materiais compatíveis conforme item 10.
<b>Prevenção contra incêndio e Explosão</b>	Usar equipamento à prova de explosão. Manter afastado de qualquer chama ou fonte de faísca, não fumar.
<b>Armazenamento</b>	Conservar distante dos catalisadores ( peróxidos), sais organometálicos e anilinas. Armazenar de acordo com as regulamentações locais/nacionais. Armazenar num lugar seco e bem ventilado longe de fontes de calor e da luz direta do sol. Manter o recipiente bem fechado em local fresco e bem ventilado. Manter o recipiente em posição vertical a fim de evitar vazamentos. As embalagens que forem abertas devem ser fechadas cuidadosamente. Para máxima qualidade estocar abaixo de 25C.
<b>Outras informações</b>	Não comer, beber ou fumar durante a utilização. Lavar cuidadosamente com água e sabão após manuseio. Manter a roupa de trabalho separadamente e não trazer para casa.

**8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL**

<b>Medidas de controle de engenharia</b>	Assegurar boa ventilação e exaustão local na área de trabalho. É recomendada ventilação para conservar os níveis de partículas em suspensão abaixo do limite de explosão.
<b>Limites de exposição</b>	
<b>Nome</b>	
<b>monomero de estireno</b>	TLV : 78 ppm ou 328 mg/m <sup>3</sup>
<b>Equipamento de Proteção pessoal</b>	
<b>Proteção respiratória</b>	Não respirar os fumos. Assegurar uma boa ventilação e exaustão local na área de trabalho.
<b>Proteção das mãos</b>	Usar luvas apropriadas de PVC.
<b>Proteção dos olhos</b>	Usar um protetor para olhos( óculos ).
<b>Proteção da pele e corpo</b>	Usar vestuário de proteção e luvas adequadas. Retirar imediatamente a roupa contaminada.
<b>Outras informações</b>	Lavar a roupa antes de reutilizar.

**9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS**

<b>Estado físico</b>	Líquido viscoso com odor característico.
----------------------	--

## FICHA TÉCNICA DE SEGURANÇA DO PRODUTO QUÍMICO

<b>Cor</b>	Varia com o tipo de resina
<b>Odor</b>	Característico do monômero de estireno.
<b>Ponto/Intervalo ebulição</b>	<b>de</b> Não destilar (pode polimerizar)
<b>Ponto/Intervalo fusão</b>	<b>de</b> Não aplicável
<b>Ponto inflamabilidade</b>	<b>de</b> 31 °C Pensky Martens ( vaso fechado )
<b>Inflamabilidade</b>	Mínimo 1:1 - Máximo 6 : 1 em % por volume de ar
<b>Temperatura de ignição</b>	<b>de auto-</b> 285 °C ( 545 °F )
<b>Propriedades explosivas</b>	Não
<b>Limites de explosão</b>	Não aplicável
<b>Propriedades oxidação</b>	<b>de</b> Não aplicável
<b>Pressão de vapor</b>	Menor que 5 mmHg a 20°C
<b>Densidade</b>	1,10 a 1,15 g/cm <sup>3</sup>
<b>Densidade aparente</b>	Não aplicável
<b>Solubilidade em água</b>	Insolúvel.
<b>Solubilidade em outros solventes</b>	Cetonas e alcoóis.
<b>PH</b>	Ácidos fraco.
<b>Coefficiente de divisão n-octanol/água</b>	Não determinada
<b>Densidade relativa do vapor (ar=1)</b>	Não determinada
<b>Viscosidade</b>	Varia com o tipo de resina
<b>Porcentagem de volátil</b>	Menor que 50 % em peso.
<b>Condutividade específica</b>	Não determinada

**10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE**

<b>Estabilidade</b>	Estável.
<b>Condições a evitar</b>	Não misturar com peróxidos. Não misturar com agentes oxidantes e ácidos fortes.
<b>Matérias substâncias incompatíveis</b>	<b>ou</b> Usar somente embalagem original ou polietileno.
<b>Produtos perigosos da decomposição</b>	<b>de</b> Monóxido e Dióxido de Carbono e hidrocarbonetos de baixo peso molecular
<b>Outras informações</b>	Pode ocorrer polimerização após data de validade.

**11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS**

<b>Nome</b>	monomero de estireno
<b>Toxicidade aguda</b>	
<b>Oral LD50</b>	Rato:
<b>Dérmico LD 50</b>	Rato:
<b>Inalação LC 50</b>	Rato:
<b>Irritação</b>	
<b>Pele</b>	Corrosivo (
<b>Olhos</b>	Severamente irritante
<b>Geno toxicidade</b>	Indutor em 2 espécies de ratos

**12. INFORMAÇÃO ECOLÓGICA**

## FICHA TÉCNICA DE SEGURANÇA DO PRODUTO QUÍMICO

O produto não deve entrar em contato com esgotos domésticos, rios, lagos e vias de pluviais de água. Este produto pode conter ingredientes perigosos ao meio ambiente.

**Nome** Baseado em : Monômero de Estireno  
**Ecotoxicidade**  
**Peixe** Toxicidade aguda = prejudicial as espécies aquáticas  
**Bactéria** Teste inibição da respiração do lodo ativado EC50=48.0 mg/l  
**Degradação biótica** biodegradável 65 %

**13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO**

**Produto** O produto não deve entrar em contato com esgotos domésticos, rios, lagos e vias de pluviais de água. A eliminação dos resíduos devem estar de acordo com as regulamentações locais. Os resíduos devem ser tratados em conformidade às normativas locais. Os resíduos devem permanecer fechados. Absorver o resto com vermiculita, areia ou terra mantendo a mesma sempre úmida após o uso.

**Embalagem contaminada** Não reutilizar a embalagem vazia. Recolher para a reciclagem, ou dispor de acordo com as regulamentações locais.

**14. INDICAÇÕES SOBRE TRANSPORTE**

Transporte via terrestre (Portaria Nº 204/97 MT – 7ª Edição das Recomendações da ONU)

<b>Classe de risco</b>	3.0	<b>Número de Risco</b>	30
<b>Risco subsidiário</b>	Não Aplicável	<b>Número ONU</b>	3269
<b>Grupo dell</b>		<b>Quantidade Isenta (kg)</b>	0 (Zero)

**embalagem**

**Provisão especial** Os riscos subsidiários e, se for o caso, as temperaturas de controle e de emergência, bem como o número da designação genérica para cada umas das formulações de peróxidos orgânicos correntemente classificados constam do Anexo IV da Portaria Nº 204/97 MT.

**Nome apropriado para: embarque** Resina em solução inflamável

**Outras**Rótulo de Risco 3.0

**informações**

**EPI** Conforme NBR 9734 da ABNT  
**Conjunto para emergência** Conforme NBR 9735 da ABNT

Transporte via marítima (IMO/Código IMDG)

<b>IMO/Código IMDG</b>		<b>Classe</b>	30
<b>Grupo dall</b>		<b>Nº ONU</b>	3269

**embalagem**

**EMS** 5.2-01  
**Poluente marítimo** sim  
**Nome apropriado para embarque** Resina poliéster insaturada em solução inflamável.

Transporte aéreo (ICAO- / TI/IATA / DGR)

<b>ICAO / TI/IATA / DGR</b>		<b>Nº ONU</b>	3269
<b>Classe</b>	30	<b>Grupo da embalagem</b>	II

**15. REGULAMENTAÇÕES****Descrição química**

**Frases R(Risco)** R7: Pode provocar incêndio.  
R22: Nocivo por ingestão.  
R34: Provoca queimaduras.

## FICHA TÉCNICA DE SEGURANÇA DO PRODUTO QUÍMICO

---

<b>Frases S(Segurança)</b>	S3/7: Conservar em recipiente bem fechado em lugar fresco. 36/37/39: Usar vestuário de proteção, luvas e equipamento protetor facial completo. S45: Em caso de acidente ou indisposição, consultar imediatamente o médico.(se possível mostrar-lhe o rótulo). S50: Não misturar peróxidos, ácidos fortes e agentes oxidantes.
<b>Outras informações</b>	Substância e/ou produto listado na Diretiva 96/82/EC.

---

### 16. OUTRAS INFORMAÇÕES

Este documento se refere apenas ao produto mencionado acima e não é necessariamente válido se o referido produto for usado com outro(s) produto(s) ou em qualquer processo. As informações são corretas e completas ao nível de nosso melhor conhecimento atual e são dadas de boa fé, mas sem garantia. Fica sob a própria responsabilidade do usuário assegurar-se de que as informações são apropriadas e completas para a sua utilização especial deste produto, devendo o usuário manter boas condições de trabalho e seguir as legislações locais, nacionais e internacionais.

#### Histórico

Dados retirados do MSDS) .

---

### Ficha de Segurança – Resina Poliéster – Quimidrol



Comércio Indústria Importação Ltda

<b>RESINA DE POLIÉSTER</b>	FISPQ Nº: 099 Nov./2007
<b>FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO</b>	

<b>1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA</b>
---

- **Nome do produto:** Resina de Poliéster
- **Nome da empresa:** Quimidrol Comércio Indústria Importação Ltda.
- **Endereço:** Rua Dona Francisca, 6505 – Distrito Industrial – Joinville – SC
- **Telefone:** 0800 - 601 8700 ou (47) 3027-8700
- **Telefone para emergência:** 0800 - 601 8700 ou (47) 3027-8700
- **Fax:** (47) 3027-8712
- **Elaborado por:** Claudia S. Portantiolo – CRQ XIII 13400549

<b>2. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES</b>
--

- **Substância:** Preparado de alto peso molecular produzido a partir da reação de esterificação de glicóis e ácidos orgânicos.
- **Nome químico ou nome genérico:** Resina poliéster insaturada em solução de estireno.
- **Sinônimo:** Resina de poliéster insaturada.
- **Registro no Chemical Abstract Service (Nº CAS):** Não disponível
- **Ingredientes que contribuem para o perigo:**

Nome químico	Nº CAS	%	Limites de tolerância	Fonte	Absorção pela pele
Resina de Poliéster	Não disponível	57 a 61	Não definido	TLV-TWA ACGIH	
Monômero de estireno	100-42-5	39 a 43	20 ppm ou 85 mg/m <sup>3</sup> 40 ppm ou 17 mg/m <sup>3</sup>	TLV-TWA ACGIH/01	Sim

- **Classificação e rotulagem de perigo:** Produto inflamável

**Classificação NFPA/HMIS:**

Saúde: 2

Fogo: 3

Reatividade: 1

FISPQ Nº: 099	Versão: 00	Data: Nov./2007	Página: 1 de 9
---------------	------------	-----------------	----------------



Comércio Indústria Importação Ltda

<b>RESINA DE POLIÉSTER</b>	FISPQ Nº: 099 Nov./2007
<b>FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO</b>	

### 3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

- **Perigos mais importantes:** Produto e vapores inflamáveis. Nocivo caso ingerido ou se o líquido for aspirado para os pulmões.

- **Efeitos Agudos**

**Ingestão:** Nocivo caso seja ingerido. Toxicidade oral de uma dose única é baixa. A ingestão de pequenas quantidades não deve causar efeitos danosos. A ingestão de grandes quantidades pode causar danos. Os sintomas devido à ingestão incluem distúrbios gastrintestinais, dor e desconforto. O estireno é nocivo ou fatal se aspirado pelos pulmões.

**Inalação:** Nocivo quando inalado. Sintomas devido à exposição incluem dor de cabeça, fadiga, náusea, sensação de embriagues, depressão do sistema nervoso central e edema pulmonar.

**Contato com a pele:** Nocivo caso absorvido pela pele. Contato causa irritação. Contato prolongado ou repetitivo causa desengorduramento e secura da pele.

**Contato com os olhos:** Nocivo para os olhos. Contato direto com este material causa irritação ocular. Sintomas incluem ardência, lacrimação, vermelhidão e inchaço.

- **Efeitos crônicos:** Sobre exposição a este material afeta o sistema nervoso central, tem efeitos sobre a audição e causa danos ao trato respiratório.

- **Perigos específicos:** Este material contém estireno que consta como agente carcinogênico 2B (possível cancerígeno para humanos) na listagem da Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (IARC).

- **Visão geral de emergência:** Produto inflamável. Nocivo se ingerido. Pode penetrar nos pulmões e causar danos. Pode polimerizar-se de forma perigosa.

### 4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

- **Medidas de primeiros socorros:**

**Inalação:** Remover a vítima para um local fresco e ventilado, mantendo-a deitada, quieta e aquecida. Manter as vias respiratórias livres, removendo dentes postíços (chapa), se tiver. Administrar respiração artificial, se necessário. Administrar oxigênio e manobras de ressuscitação se necessário. Avaliar a necessidade de encaminhar ao médico.

**Contato com a pele:** Remover roupas e calçados contaminados. Não apalpar nem friccionar as partes atingidas. Remover o excesso do material, lavar com água corrente e sabão. Avaliar a necessidade de encaminhar ao médico.

FISPQ Nº: 099	Versão: 00	Data: Nov./2007	Página: 2 de 9
---------------	------------	-----------------	----------------



Comércio Indústria Importação Ltda

<b>RESINA DE POLIÉSTER</b>	FISPQ Nº: 099 Nov./2007
<b>FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO</b>	

**Contato com os olhos:** Lavar com água corrente no mínimo por 15 minutos. Remova lentes de contato, se tiver. Consultar um médico oftalmologista imediatamente.

**Ingestão:** Não provocar o vômito, perigo de aspiração para os pulmões. Imediatamente, caso esteja consciente, forneça uma dois copos de água ou leite e procure atendimento médico imediatamente. Se houver parada respiratória, aplicar respiração artificial. Não provocar o vômito ou fornecer água à vítima inconsciente ou com convulsões.

- **Ações a serem evitadas:** Não administrar nada oralmente ou provocar o vômito em vítima inconsciente ou com convulsão.
- **Notas para o médico:** Tratar conforme sintomas e condições clínicas apresentados pelo acidentado.

#### 5. MEDIDAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

- **Meios de extinção apropriados:** Utilizar extintor de pó químico, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), espuma AFFF e água na forma de neblina.
- **Meios de extinção contra indicados:** Por razões de segurança não é indicado o uso água em forma de jato.
- **Métodos específicos:** Evacue a área e combata o fogo a uma distância segura. Utilize diques para conter a água usada no combate. Posicionar-se de costas para o vento.
- **Equipamentos de proteção especial para combate ao fogo:** Utilizar aparelhos de proteção de respiração independente do ar e roupas de aproximação/proteção a temperaturas elevadas.
- **Perigos específicos:** Recipientes fechados expostos ao fogo ou calor podem explodir. Resfriar com água os recipientes exposto ao calor. Vapores do produto podem formar misturas explosivas com o ar.

#### 6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

- **Precauções pessoais:** Vestir equipamento de proteção pessoal. Colocar as pessoas em segurança. Evitar contato com os olhos e pele. Ventilar a área do vazamento ou derramamento.

**Remoção de fontes de ignição:** Eliminar todas as fontes de fogo e calor. Não fumar.

**Controle de poeira:** Não aplicável.

**Precauções ao meio ambiente:** Evitar através de barreiras de contenção de terra ou areia, que o produto contamine o solo ou penetre em bueiros, canais e rios.

FISPQ Nº: 099	Versão: 00	Data: Nov./2007	Página: 3 de 9
---------------	------------	-----------------	----------------



Comércio Indústria Importação Ltda

<b>RESINA DE POLIÉSTER</b>	FISPQ Nº: 099 Nov./2007
<b>FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO</b>	

- **Métodos de limpeza:**

**Recuperação:** Procurar recuperar o líquido liberado colocando-o em tambores ou contêineres, utilizando-se de equipamento a vácuo, pneumático ou manual. Não utilizar motores elétricos, a não se que sejam à prova de explosão. Proceder à absorção do restante do material com materiais inertes, tipo almofadas absorventes, vermiculita, areia ou terra, colocando em recipientes fechados para remoção e descarte do material absorvido. Após a remoção de todo o material lavar o local com água. Caso haja a contaminação de rios, usar barreiras absorventes, para evitar o espalhamento do produto.

**Neutralização:** Não disponível.

**Descarte:** Não descartar o produto em esgotos, superfície de água e sim em local autorizado pela legislação vigente. Consulte a legislação ambiental local.

<b>7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO</b>
------------------------------------

- **Manuseio**

**Medidas técnicas apropriadas:** Manuseie de acordo com a boa higiene industrial e prática de segurança.

- **Prevenção da exposição do trabalhador:** Evitar a inalação dos vapores e o contato com a pele e olhos, através da utilização dos equipamentos de proteção individual adequados. Manusear em local bem ventilado ou com ventilação local exaustora.

- **Prevenção de incêndio e explosão:** Manusear e armazenar em áreas afastadas de fontes de calor ou ignição. O manuseio deste produto pode gerar eletricidade estática. Os recipientes e equipamentos deverão estar devidamente aterrados. O local de manuseio deverá ser classificado eletricamente. Utilizar utensílios e ferramentas à prova de centelhamento e equipamentos à prova de explosão.

- **Precauções para manuseio seguro:** Evitar a adição imprópria de acelerador, sais organometálicos (de cobalto) ou anilinas, catalisador (tipo peróxido orgânico). Estes produtos nunca devem ter contato direto, devendo ser adicionados separadamente ao produto homogeneizado, individualmente.

**Controle de engenharia (proteção coletiva):** Ventilação geral exaustora e ventilação local exaustora podem ser necessárias para manter as concentrações de vapores abaixo dos limites de tolerância. Utilizar equipamentos de ventilação à prova de explosão. Nas proximidades dos locais de armazenamento e manuseio recomenda-se instalar chuveiros e lava-olhos.

- **Armazenamento**

FISPQ Nº: 099	Versão: 00	Data: Nov./2007	Página: 4 de 9
---------------	------------	-----------------	----------------



Comércio Indústria Importação Ltda

<b>RESINA DE POLIÉSTER</b>	FISPQ Nº: 099 Nov./2007
<b>FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO</b>	

**Medidas técnicas adequadas:** Armazenar o produto em local coberto, seco e ventilado, longe de fontes de fogo e calor. Não deixar exposto ao sol. Afastar de substâncias incompatíveis. Proteger as embalagens contra danos físicos.

**Condições de armazenamento:**

- **Adequadas:** Manter a embalagem fechada quando não estiver em uso, em local coberto, fresco, seco, bem ventilado, abaixo de 38 °C, afastado de fontes de ignição e calor.
- **A evitar:** Umidade, calor, exposição ao sol, e incompatíveis.
- **Produtos e materiais incompatíveis:** Não armazenar junto a agentes oxidantes, ácidos fortes, peróxidos ou sais metálicos.

**Materiais seguros para embalagens:**

- **Recomendados:** As embalagens adequadas para este produto são tambores ou tanques, de aço carbono ou de aço inox. Não armazenar em recipientes de plástico ou contendo cobre e suas ligas.

<b>8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL</b>
---

- **Medidas de controle de engenharia:** Ventilação geral exaustora e ventilação local exaustora podem ser necessárias para manter as concentrações de vapores abaixo dos limites de tolerância. Utilizar equipamentos de ventilação à prova de explosão. Devem ser observadas medidas de higiene compatíveis com os componentes deste produto. Outros equipamentos de proteção individual e coletiva poderão ser indicados em função do local e condições de aplicação.

- **Parâmetros de controle específicos:**

**Limites de exposição ocupacional:** vide seção 2

**Indicadores biológicos:**

[estireno] Ácido mandélico na urina – fim do turno – 800 mg/g de creatinina  
 [estireno] Ácido fenilgloxílico na urina – fim do turno – 241 mg/g de creatinina  
 [estireno] Estireno no sangue venoso – fim do turno – 0,55mg/l

- **Equipamentos de proteção individual apropriado:**

**Proteção respiratória:** Máscara com filtro contra vapores orgânicos ou máscara com alimentação de ar, quando exceder o limite de tolerância ou em locais fechados.

**Proteção das mãos:** Luvas de Neoprene ou plástico insolúvel (PVC).

**Proteção dos olhos:** Nas operações onde possam ocorrer projeções ou respingos, recomenda-se o uso de óculos de segurança ou protetor facial.

FISPQ Nº: 099	Versão: 00	Data: Nov./2007	Página: 5 de 9
---------------	------------	-----------------	----------------



Comércio Indústria Importação Ltda

<b>RESINA DE POLIÉSTER</b>	FISPQ Nº: 099 Nov./2007
<b>FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO</b>	

**Proteção da pele e do corpo:** Avental, calça e sapatos. Os tipos de auxílios para proteção do corpo devem ser escolhidos especialmente segundo o posto de trabalho em função da concentração e quantidade de substância.

- **Precauções especiais:** Evitar a exposição maciça ao produto. Produtos químicos só devem ser manuseados por pessoas capacitadas e habilitadas. Os EPI's devem possuir o CA (Certificado de Aprovação). Seguir rigidamente os procedimentos operacionais e de segurança nos trabalhos com produtos químicos. Nunca usar embalagens vazias (de produtos químicos) para armazenar produtos alimentícios. Nos locais onde se manipulam produtos químicos deverá ser realizado o monitoramento da exposição dos trabalhadores, conforme PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) da NR-9.

- **Medidas de higiene:** Roupas, luvas, calçados, EPI's devem ser limpos antes de sua reutilização. Use sempre para a higiene pessoal: água quente, sabão e cremes de limpeza. Lavar as mãos antes de ir ao banheiro, comer ou beber. Não usar gasolina, óleo diesel... ou outro solvente derivado de petróleo para a higiene pessoal. Bons procedimentos operacionais e de higiene industrial ajudam a reduzir os riscos no manuseio de produtos químicos.

#### 9. PROPRIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS

- **Estado físico:** Líquido viscoso
- **Cor:** Caramelo à marrom ou marrom esverdeado
- **Odor:** Forte característico de estireno
- **pH:** Não aplicável. Produto viscoso insolúvel em água.
- **Temperaturas específicas ou faixas de temperatura nas quais ocorrem mudanças de estado físico:**  
**Ponto de ebulição:** > 145 °C  
**Ponto de fulgor:** 30 °C [Pensky Martens (copo fechado)]  
**Ponto de fusão:** Não disponível
- **Limites de explosividade:**  
**LEI:** (limite de explosividade inferior): 1,1 %  
**LES:** (limite de explosividade superior): 6,1 %
- **Pressão de vapor:** < 5 (solvente)
- **Densidade do vapor:** Não disponível
- **Densidade:** 1,05 a 1,15

FISPQ Nº: 099	Versão: 00	Data: Nov./2007	Página: 6 de 9
---------------	------------	-----------------	----------------



Comércio Indústria Importação Ltda

<b>RESINA DE POLIÉSTER</b>	FISPQ Nº: 099 Nov./2007
<b>FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO</b>	

- **Solubilidade:** Insolúvel em água. Solúvel em estireno, solventes aromáticos, cetonas e ésteres.

#### 10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

- **Estabilidade:** O produto poderá polimerizar-se, gerando calor, quando exposto a temperaturas acima de 38°C ou em contato com agentes oxidantes fortes.
- **Condições a evitar:** Calor e incidência direta de raios solares.
- **Incompatibilidade:** Ácidos fortes, peróxidos, agentes oxidantes.
- **Produtos perigosos da decomposição:** Monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarbonetos de baixo peso molecular e ácidos orgânicos.

#### 11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

- **Efeitos agudos locais:**

**Ingestão:** Não é rota de contaminação provável. Os sintomas devido à ingestão incluem distúrbios gastrintestinais, dor e desconforto. O estireno é nocivo ou fatal se aspirado pelos pulmões

**Inalação:** Pode causar irritação das membranas mucosas e desconforto do trato respiratório. Altas concentrações podem resultar em dor de cabeça, náuseas, insensibilidade e outros efeitos no sistema nervoso central.

**Absorção pela pele:** Pode ser absorvido pela pele em quantidades tóxicas.

**Contato com a pele:** O contato prolongado pode causar desengorduramento e secura da pele resultando em irritação e possibilidades de dermatites.

**Contato com os olhos:** Causa irritações. Respingos do líquido podem resultar em danos sérios. Pode causar lacrimação.

- **Efeitos sistêmicos:** Apresenta propriedades narcóticas e afeta o sistema nervoso central.

• **Efeitos crônicos:** A rota primária de entrada do estireno é através da inalação e absorção pela pele. O estireno a 400 ppm ou concentrações superiores pode causar irritações no aparelho respiratório e olhos. Pode ser fatal em concentrações de 10.000 ppm, porém resinas de poliéster emitem vapores que não excedem a 200 ppm.

- **Condições de saúde agravadas pela super-exposição:** Exposições repetidas a altas concentrações podem causar danos ao fígado, rins e sistema auditivo.

FISPQ Nº: 099	Versão: 00	Data: Nov./2007	Página: 7 de 9
---------------	------------	-----------------	----------------



Comércio Indústria Importação Ltda

<b>RESINA DE POLIÉSTER</b>	FISPQ Nº: 099 Nov./2007
<b>FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO</b>	

- **Dados toxicológicos:** Este material contém estireno que consta como agente carcinogênico 2B (possível cancerígeno para humanos) na listagem da Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (IARC)  
LD50 (oral/ratos) 5 g/kg [estireno]  
LD50 (dermal/coelhos): 2820 mg/kg [estireno]  
LC50 (inalação/ratos): 24g/m<sup>3</sup>/4h [estireno]  
LCLo (humanos): 10000 ppm/30 min. [estireno]  
TCLo (humanos): 600 ppm [estireno]

### 12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

- **Efeitos ambientais, comportamento e impactos do produto:**

**Ecotoxicidade:** O estireno é tóxico aos organismos aquáticos e não deve ser liberado para sistemas de coleta de esgotos ou pluviais e outros corpos d'água excedendo as concentrações limites estabelecidas pelas leis e licenças aplicáveis. LC50: 9,1 mg/l/96h (Sheepshead minnow)[estireno]

**Biodegradação:** O estireno está sujeito à biodegradação no solo, na água e no ar. A biodegradabilidade no solo se dá rapidamente em ambientes aeróbios, porém se dá lentamente a baixas concentrações em aquíferos e águas de lagos e ambientes de baixo pH. Não é esperada a hidrólise do estireno na água. O estireno em ambiente atmosférico degrada-se rapidamente através da reação com radicais hidroxilas produzidos fotoquimicamente, com ozona e radicais nítricos.

**Toxicidade para peixes:** A bioconcentração em organismos aquáticos não é um fato relevante.

### 13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

- **Método de tratamento e disposição:**

**Produto:** Sempre que possível o produto deverá ser recuperado, quando não for possível o descartar como resíduo do produto.

**Resíduo do produto:** O resíduo deverá ser destruído de acordo com a legislação pertinente de controle ambiental local, estadual e federal. O resíduo deverá ser tratado como resíduo tóxico de classe I.

**Embalagens contaminadas:** As embalagens deverão ser descartadas da mesma forma que os resíduos do produto. A embalagem somente poderá ser reutilizada ou reciclada após a total descontaminação.

FISPQ Nº: 099	Versão: 00	Data: Nov./2007	Página: 8 de 9
---------------	------------	-----------------	----------------



Comércio Indústria Importação Ltda

<b>RESINA DE POLIÉSTER</b>	FISPQ Nº: 099 Nov./2007
<b>FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO</b>	

#### 14. INFORMAÇÕES SOBRE O TRANSPORTE

- **Regulamentações:**

**Legislação Brasileira:** Produto classificado como perigoso para o transporte, conforme Decreto nº 96044, de 18/05/88 e Resolução N° 420 do Ministério dos Transportes.

**Transporte rodoviário no Brasil:**

Número ONU: 1866

Nome apropriado para embarque: RESINA, SOLUÇÃO, inflamável

Classe de risco/divisão: 3

Número de risco: 33

Risco subsidiário: N.A.

Grupo de embalagem: I

#### 15. REGULAMENTAÇÕES

- **FISPQ** (Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico) em conformidade com o Decreto 2657 de 03.07.98/07.01, contém informações diversas sobre um determinado produto químico, quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente. Em alguns países, essa ficha é chamada de Material Safety Data Sheet - MSDS. A norma brasileira NBR 14725, válida desde 28.01.2002, apresenta informações para a elaboração e o preenchimento de uma FISPQ. Apesar de não definir um formato fixo, esta norma estabelece que as informações sobre o produto químico devem ser distribuídas, na FISPQ, por 16 seções determinadas, cuja terminologia, numeração e seqüência não devem ser alteradas.

- **Transporte de Produtos Perigosos:** Decreto Nº 96.044, de 18/Maio/1988 (aprova o regulamento técnico para o transporte rodoviário de produtos perigosos e dá outras providências). Resolução do Ministério dos Transportes Nº 420 de 12/Fev./2004, (aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos).

#### 16. OUTRAS INFORMAÇÕES

- Nos locais onde se manipulam produtos químicos deverá ser realizado o monitoramento da exposição dos trabalhadores, conforme PPR (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) da NR-9. Funcionários que manipulam produtos químicos em geral devem ser monitorados biologicamente conforme PCMSO (Programa Médico de Saúde Ocupacional) da NR-7.

- As informações e recomendações constantes desta publicação foram pesquisadas e compiladas de fontes idôneas e capacitadas para emití-las. Os dados dessa Ficha referem-se a um produto específico e podem não ser válidos onde esse produto estiver sendo usado em combinação com outros.

FISPQ Nº: 099	Versão: 00	Data: Nov./2007	Página: 9 de 9
---------------	------------	-----------------	----------------

### Ficha de Segurança – Resina Poliéster – Reichhold

<b>REICHHOLD</b>	<b>SQR - SISTEMA DA QUALIDADE REICHHOLD</b>	<b>Nº</b> <b>PP12-10255</b>
	<b>FOLHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>	
	<b>RESAPOL10-255</b>	

### 1- IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

**NOME DO PRODUTO:** RESAPOL10-255

**CÓDIGO INTERNO DE IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO:** 10255

**EMPRESA:** REICHHOLD DO BRASIL LTDA.

**ENDEREÇO:** Av. Amazonas, 1100  
Mogi das Cruzes, SP  
08744-340 BRASIL

**TELEFONES PARA EMERGÊNCIAS:** **0800-7702088**– Reichhold do Brasil Ltda.  
0800-118270 – Pró Química

**FAX:** (0XX11) 4795-8173

### 2 - COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

**SUBSTÂNCIAS:** Preparado de alto peso molecular produzido a partir da reação de esterificação de glicóis e ácidos orgânicos.

**NOME QUÍMICO OU GENÉRICO:** Resina Poliéster insaturada em solução de estireno

**SINÔNIMO:** Não há outros sinônimos.

**Nº CAS:** Proprietário

**INGREDIENTES QUE CONTRIBUEM PARA O PERIGO:**

NOME QUÍMICO	Nº CAS	%	LIMITES DE TOLERÂNCIA	FONTE	ABSORÇÃO PELA PELE
Resina Poliéster	Proprietário	68 – 70	Não definido	TLV-TWA ACGIH	SIM
Monômero de Estireno	100-42-5	30 – 32	20 ppm ou 85 mg/m <sup>3</sup> 40 ppm ou 170 mg/m <sup>3</sup>	STEEL – ACGIH/96	

<b>NÍVEL DE DOCUMENTO</b>  III	<b>ELABORADO POR</b> BAP	<b>APROVADO POR</b> CYM	<b>FOLHA</b> 1 DE 9
	<b>DATA</b> 28.03.06	<b>DATA</b> 28.03.06	<b>REVISÃO</b> 4

Q - 01

<b>REICHHOLD</b>	<b>SQR - SISTEMA DA QUALIDADE REICHHOLD</b>	<b>Nº</b> <b>PP12-10255</b>
	<b>FOLHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE</b> <b>PRODUTOS QUÍMICOS</b>	
	<b>RESAPOL10-255</b>	

**CLASSIFICAÇÃO E ROTULAGEM DE PERIGO:**

Classificação NFPA/HMIS: Saúde: 2 Fogo: 3 Reatividade: 1

Produto Inflamável

**3 – IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS****PERIGOS MAIS IMPORTANTES:** Produto e vapores inflamáveis. Nocivo caso ingerido ou se o líquido for aspirado para os pulmões.**EFEITOS DO PRODUTO:**

**EXPOSIÇÃO AGÚDA:** Inalação: Nocivo quando inalado. Sintomas devido à exposição incluem dor de cabeça, fadiga, náusea, sensação de embriagues, depressão do sistema nervoso central e edema pulmonar. Pele: Nocivo caso absorvido pela pele. Contato causa irritação. Contato prolongado ou repetitivo causa desengorduramento e secura da pele. Olhos: Nocivo para os olhos. Contato direto com este material causa irritação ocular. Sintomas incluem ardência, lacrimação, vermelhidão e inchaço. Ingestão: Nocivo caso seja ingerido. Toxicidade oral de uma dose única é baixa. A ingestão de pequenas quantidades não deve causar efeitos danosos. A ingestão de grandes quantidades pode causar danos. Os sintomas devido à ingestão incluem distúrbios gastrintestinais, dor e desconforto. O estireno é nocivo ou fatal se aspirado pelos pulmões.

**EXPOSIÇÃO CRÔNICA:** Sobre exposição a este material afeta o sistema nervoso central, tem efeitos sobre a audição e causa danos ao trato respiratório.

**PERIGOS ESPECÍFICOS:** Este material contém estireno que consta como agente carcinogênico 2B (possível cancerígeno para humanos) na listagem da Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (IARC)

**VISÃO GERAL DE EMERGÊNCIA:** Produto inflamável. Nocivo se ingerido. Pode penetrar nos pulmões e causar danos. Pode polimerizar-se de forma perigosa.

**4 – MEDIDAS DE PRIMEIROS-SOCORROS**

**INALAÇÃO:** Levar a vítima para local arejado. Manter a vítima aquecida e em repouso. Se a respiração parar, aplicar respiração artificial. Encaminhar ao médico imediatamente.

**CONTATO COM A PELE;** Lavar com água e sabão no mínimo por 15 minutos. Remover roupas e sapatos contaminados. Se a irritação persistir encaminhar ao médico.

<b>NÍVEL DE DOCUMENTO</b>  III	<b>ELABORADO POR</b> BAP	<b>APROVADO POR</b> CYM	<b>FOLHA</b> 2 DE 9
	<b>DATA</b> 28.03.06	<b>DATA</b> 28.03.06	<b>REVISÃO</b> 4

Q - 01

<b><u>REICHHOLD</u></b>	<b>SQR - SISTEMA DA QUALIDADE REICHHOLD</b>	<b>Nº</b> <b>PP12-10255</b>
	<b>FOLHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>	
	<b>RESAPOL10-255</b>	

**CONTATO COM OS OLHOS:** Lavar imediatamente com bastante água corrente no mínimo por 15 minutos. Encaminhar ao médico especialista.

**INGESTÃO:** "Não dê nada a ser ingerido a um acidentado inconsciente." Não induzir ao vômito. Perigo de aspiração. Imediatamente, caso esteja consciente, forneça um a dois copos de água ou leite. Encaminhar ao médico imediatamente.

**NOTAS PARA O MÉDICO:** Tratar conforme sintomas e condições clínicas apresentados pelo acidentado.

#### 5 – MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

**MEIOS DE EXTINÇÃO APROPRIADOS:** Utilizar extintor de pó químico, dióxido de carbono, espuma AFFF e água na forma de neblina.

**MEIOS DE EXTINÇÃO NÃO APROPRIADOS:** Não usar água em forma de jato sólido

**PERIGOS ESPECÍFICOS:** Recipientes fechados expostos ao fogo ou calor podem explodir. Resfriar com água. Vapores do produto podem formar misturas explosivas com o ar.

**PROTEÇÃO DOS BOMBEIROS:** Utilizar proteção respiratória autônoma, para evitar a inalação dos vapores e fuligem do material envolvido na combustão, e roupa de aproximação para o combate às chamas.

#### 6 – MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

**PRECAUÇÕES PESSOAIS:**

Remover todas as fontes de calor ou ignição. Não fumar. Manter as pessoas afastadas. Evitar o contato do produto com a pele e os olhos e a inalação dos vapores. Ventilar as áreas fechadas.

**PRECAUÇÕES AO MEIO AMBIENTE:**

Evitar através de barreiras de contenção de terra ou areia, que o produto contamine o solo ou penetre em bueiros, canais e rios.

**MÉTODOS PARA LIMPEZA:**

Procurar recuperar o líquido liberado colocando-o em tambores ou contêineres, utilizando-se de equipamento a vácuo, pneumático ou manual. Não utilizar motores elétricos, a não ser que sejam à prova de explosão. Proceder à absorção do restante do material com materiais inertes, tipo almofadas absorventes, vermiculite, areia ou terra, colocando em recipientes fechados para remoção e descarte do material absorvido. Após a remoção de todo o material lavar o local com água. Caso haja a contaminação de rios, usar barreiras absorventes, para evitar o espalhamento do produto.

NÍVEL DE DOCUMENTO	ELABORADO POR BAP	APROVADO POR CYM	FOLHA 3 DE 9
III	DATA 28.03.06	DATA 28.03.06	REVISÃO 4

Q - 01

<b>REICHHOLD</b>	<b>SQR - SISTEMA DA QUALIDADE REICHHOLD</b>	Nº PP12-10255
	<b>FOLHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>	
	<b>RESAPOL10-255</b>	

### 7 – MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

**MANUSEIO:** Evitar a inalação dos vapores e o contato com a pele e olhos, através da utilização dos equipamentos de proteção individual adequados. Manusear em local bem ventilado ou com ventilação local exaustora e afastado de fontes de calor ou ignição. O manuseio deste produto pode gerar eletricidade estática. Os recipientes e equipamentos deverão estar devidamente aterrados. O local de manuseio deverá ser classificado eletricamente. Utilizar utensílios e ferramentas à prova de centelhamento e equipamentos à prova de explosão. Evitar a adição imprópria de acelerador, sais organometálicos (de cobalto) ou anilinas, catalisador (tipo peróxido orgânico). Estes produtos nunca devem ter contato direto, devendo ser adicionados separadamente ao produto homogeneizado, individualmente. Consultar o boletim técnico.

**ARMAZENAMENTO:** Manter a embalagem fechada quando não estiver em uso, em local coberto, fresco, seco, bem ventilado, abaixo de **25º C**, afastado de fontes de ignição e calor, próprio para produtos inflamáveis. Não armazenar junto a agentes oxidantes fortes, peróxidos ou sais metálicos. As embalagens adequadas para este produto são tambores ou tanques, de aço carbono ou de aço inox. Não armazenar em recipientes de plástico ou contendo cobre e suas ligas.

### 8 –CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

**MEDIDAS DE CONTROLE DE ENGENHARIA:** Ventilação geral exaustora e ventilação local exaustora podem ser necessárias para manter as concentrações de vapores abaixo dos limites de tolerância. Utilizar equipamentos de ventilação à prova de explosão.

**PARÂMETROS DE CONTROLE ESPECÍFICOS:**

Limites de exposição ocupacional: vide seção 2

Indicadores biológicos: [estireno] Ácido Mandélico na urina – fim do turno – 800 mg/g de creatinina  
 [estireno] Ácido fenilgloxílico na urina – fim do turno – 241 mg/g de creatinina  
 [estireno] Estireno no sangue venoso – fim do turno – 0,55mg/l

**EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL APROPRIADO:**

**PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA:** Máscara com filtro contra vapores orgânicos ou máscara com alimentação de ar, quando exceder o limite de tolerância ou em locais fechados.

**PROTEÇÃO DAS MÃOS:** Luvas de Neoprene ou plástico insolúvel (PVC).

**PROTEÇÃO DOS OLHOS:** Óculos de Segurança para produtos químicos / Protetor Facial

NÍVEL DE DOCUMENTO  III	ELABORADO POR BAP	APROVADO POR CYM	FOLHA 4 DE 9
	DATA 28.03.06	DATA 28.03.06	REVISÃO 4

Q - 01

<b>REICHHOLD</b>	<b>SQR - SISTEMA DA QUALIDADE REICHHOLD</b>	Nº  PP12-10255
	<b>FOLHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>	
	<b>RESAPOL10-255</b>	

**PROTEÇÃO DA PELE E DO CORPO:** Avental de PVC ou capas de proteção para prevenir o contato direto com a pele.

**PRECAUÇÕES ESPECIAIS:**

Lava olhos e chuveiros de emergência devem estar próximos quando manuseando este produto.

**MEDIDAS DE HIGIENE:** As mãos e o rosto devem sempre ser lavados com água e sabão após manusear o produto, antes das refeições ou após o trabalho. É recomendável tomar banho diariamente após o trabalho.

**CÓDIGO INTERNO DE EPI:** 09

**9 – PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS**

**APARÊNCIA, ESTADO E ODOR:** Líquido viscoso, odor característico de estireno

**pH:** Não aplicável. Produto viscoso insolúvel em água.

**PONTO DE EBULIÇÃO (760 mm Hg):** > 145° C

**PONTO DE FULGOR:** Pinsky Martens (Copo fechado) 31° C

**LIMITES DE EXPLOSIVIDADE:** LIE: 1,1% / LSE: 6,1%

**PRESSÃO DO VAPOR (mm Hg):** < 5 (solvente)

**DENSIDADE RELATIVA (ÁGUA=1):** 1,15

**SOLUBILIDADE EM ÁGUA:** insolúvel

**SOLUBILIDADE EM OUTROS SOLVENTES:** Estireno, solventes aromáticos e ésteres

**10 – ESTABILIDADE E REATIVIDADE**

**CONDIÇÕES ESPECÍFICAS:** O produto poderá polimerizar-se, gerando calor, quando exposto a temperaturas acima de 25°C ou em contato com agentes oxidantes fortes.

**CONDIÇÕES À EVITAR:** Calor e incidência direta de raios solares .

**MATERIAIS OU SUBSTÂNCIAS INCOMPATÍVEIS:** Ácidos fortes, peróxidos, agentes oxidante.

NÍVEL DE DOCUMENTO	ELABORADO POR BAP	APROVADO POR CYM	FOLHA 5 DE 9
III	DATA 28.03.06	DATA 28.03.06	REVISÃO 4

Q - 01

<b><u>REICHHOLD</u></b>	<b>SQR - SISTEMA DA QUALIDADE REICHHOLD</b>	<b>Nº</b> <b>PP12-10255</b>
	<b>FOLHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>	
	<b>RESAPOL10-255</b>	

**PRODUTOS PERIGOSOS DA DECOMPOSIÇÃO:** Monóxido de Carbono, Dióxido de Carbono, hidrocarbonetos de baixo peso molecular e ácidos orgânicos.

## 11 - INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

### EFEITOS AGUDOS LOCAIS

**INGESTÃO:** Não é uma rota de contaminação provável. Os sintomas devido à ingestão incluem distúrbios gastrointestinais, dor e desconforto. O estireno é nocivo ou fatal se aspirado pelos pulmões

**INALAÇÃO:** Pode causar irritação das membranas mucosas e desconforto do trato respiratório. Altas concentrações podem resultar em dor de cabeça, náuseas, insensibilidade e outros efeitos no sistema nervoso central.

**ABSORÇÃO PELA PELE:** Pode ser absorvido pela pele em quantidades tóxicas.

**CONTATO COM A PELE:** O contato prolongado pode causar desengorduramento e secura da pele resultando em irritação e possibilidade de dermatites.

**CONTATO COM OS OLHOS:** Causa irritações. Respingos do líquido podem resultar em danos sérios. Pode causar lacrimação.

**EFEITOS SISTÊMICOS:** Apresenta propriedades narcóticas e afeta o sistema nervoso central.

**EFEITOS CRÔNICOS:** A rota primária de entrada do estireno é através da inalação e absorção pela pele. O Estireno a 400ppm ou concentrações superiores pode causar irritações no aparelho respiratório e olhos. Pode ser fatal em concentrações de 10.000ppm, porém resinas poliéster emitem vapores que não excedem a 200ppm.

**CONDIÇÕES DE SAÚDE AGRAVADAS PELA SUPER-EXPOSIÇÃO:** . Exposições repetidas a altas concentrações podem causar danos ao fígado, rins e sistema auditivo.

### **DADOS TOXICOLÓGICOS:**

Este material contém estireno que consta como agente carcinogênico 2B (possível cancerígeno para humanos) na listagem da Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (IARC)

LD 50 (ORAL): 5 g/kg (ratos)[estireno]

LD 50 (DERMAL): 2820 mg/kg (coelhos)[estireno]

NÍVEL DE DOCUMENTO  III	ELABORADO POR BAP	APROVADO POR CYM	FOLHA 6 DE 9
	DATA 28.03.06	DATA 28.03.06	REVISÃO 4

Q - 01

<b>REICHHOLD</b>	<b>SQR - SISTEMA DA QUALIDADE REICHHOLD</b>	Nº <b>PP12-10255</b>
	<b>FOLHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>	
	<b>RESAPOL10-255</b>	

LC50 (INALAÇÃO): 24g/m<sup>3</sup>/4h (ratos);[estireno]  
 LCLo: 10000 ppm/30 min.(humanos);[estireno]  
 TCLo: 600 ppm (humanos)[estireno]

## 12 - INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

### ECOTOXICIDADE :

O estireno é tóxico aos organismos aquáticos e não deve ser liberado para sistemas de coleta de esgotos ou pluviais e outros corpos d'água excedendo as concentrações limites estabelecidas pelas leis e licenças aplicáveis. LC50: 9,1 mg/l/96h (Sheepshead minnow)[estireno]

**BIODEGRADAÇÃO:** O estireno está sujeito à biodegradação no solo, na água e no ar. A biodegradabilidade no solo se dá rapidamente em ambientes aeróbios, porém se dá lentamente a baixas concentrações em aquíferos e águas de lagos e ambientes de baixo pH. Não é esperada a hidrólise do estireno na água. O estireno em ambiente atmosférico degrada-se rapidamente através da reação com radicais hidroxilas produzidos fotoquimicamente, com ozona e radicais nítricos.

**TOXICIDADE PARA PEIXES:** A bioconcentração em organismos aquáticos não é um fato relevante.

## 13 – CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

**MÉTODO DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO:** O resíduo deverá ser destruído de acordo com a legislação pertinente de controle ambiental local, estadual e federal. O resíduo deverá ser tratado como resíduo tóxico de classe I. A embalagem somente poderá ser reutilizada ou reciclada após a total descontaminação.

## 14 – TRANSPORTE

### TRANSPORTE TERRESTRE:

Condições Gerais: Deverão ser obedecidas as normas de "Transporte de Produtos Perigosos" vigentes, bem como possuir um kit de emergência (NBR 9735) e os EPI indicados (NBR 9734). Condições do motorista: O motorista deverá estar devidamente habilitado e portando o certificado "MOPE" (Movimentação de Produtos Especiais), bem como estar em condição física e mental normal, para dirigir o veículo com segurança. Condições do Veículo: O Transporte a granel deverá ser feito em caminhões tanques, de aço inoxidável, devendo ter serpentina interna para aquecimento à vapor (150psi), e revestimento térmico, bem como obedecer as normas de transporte de produtos perigosos vigentes. O tanque deverá ser inspecionado quanto a limpeza, antes do carregamento do produto. No início do carregamento, verificar a estanqueidade do mesmo, bem como das válvulas de amostragem ou de descarga. No transporte fracionado cada recipiente deverá estar devidamente identificado, portando

NÍVEL DE DOCUMENTO  III	ELABORADO POR BAP	APROVADO POR CYM	FOLHA 7 DE 9
	DATA 28.03.06	DATA 28.03.06	REVISÃO 4

Q - 01

<b><u>REICHHOLD</u></b>	<b>SQR - SISTEMA DA QUALIDADE REICHHOLD</b>	<b>Nº</b> <b>PP12-10255</b>
	<b>FOLHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>	
	<b>RESAPOL10-255</b>	

a rotulagem preventiva prevista por norma do MTb. Os mesmos deverão estar lacrados e protegidos por lona na eminência de chuva durante o percurso.

- **Nº ONU:** 1866
- **NOME ADEQUADO PARA EMBARQUE:** RESINAS, SOLUÇÃO, Inflamável
- **CLASSE DE RISCO:** 3
- **SUB-CLASSE DE RISCO:**
- **NÚMERO DE RISCO:** 30
- **GRUPO DE RISCO (EMBALAGEM):** III

**TRANSPORTE MARÍTIMO:**

- **Nº ONU:** 1866
- **EmS:** *F-E, S-E*
- **NÃO POLUENTE MARÍTIMO**
- **NOME ADEQUADO PARA EMBARQUE:** RESINAS, SOLUÇÃO, Inflamável
- **CLASSE DE RISCO:** 3
- **SUB-CLASSE DE RISCO:**
- **NÚMERO DE RISCO:** 30
- **GRUPO DE RISCO (EMBALAGEM):** III

**TRANSPORTE AÉREO:**

- **Nº ONU:** 1866
- **NOME ADEQUADO PARA EMBARQUE:** RESINAS, SOLUÇÃO, Inflamável
- **CLASSE DE RISCO:** 3
- **SUB-CLASSE DE RISCO:**

NÍVEL DE DOCUMENTO  III	ELABORADO POR BAP	APROVADO POR CYM	FOLHA 8 DE 9
	DATA 28.03.06	DATA 28.03.06	REVISÃO 4

Q - 01

<b>REICHHOLD</b>	<b>SQR - SISTEMA DA QUALIDADE REICHHOLD</b>	<b>Nº</b> <b>PP12-10255</b>
	<b>FOLHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>	
	<b>RESAPOL10-255</b>	

- **NÚMERO DE RISCO:** 30
- **GRUPO DE RISCO (EMBALAGEM):** III

#### 15- REGULAMENTAÇÕES

LEGISLAÇÃO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS PERIGOSAS – DECRETO 96.044 E PORTARIA 204.

IMO

IMDG Code on CD-ROM: Versão 5.1 (2001) [Edição 2000]

IATA-Dangerous Goods Regulations: 42<sup>nd</sup> Edition – 01/2001

LEI 6.514 DE 22/12/1977 E PORTARIA 3.214 DE 08/06/1978 – Normas Regulamentadoras

2001 TLVs and BEIs – Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Indices - ACIGH

#### 16 – OUTRAS INFORMAÇÕES

##### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Reichhold do Brasil Ltda – Infotec

Reichhold, Inc.

NTP

TOXNET

##### OBSERVAÇÃO:

**Esta recomendação se aplica especificamente para esse material e pode não ser válida quando o mesmo for usado em combinação com outras substâncias, ou processos diversos daqueles utilizados para seu desenvolvimento e aplicação. Os usuários devem avaliar tecnicamente o desempenho do produto para seu uso em particular, observando as informações aqui contidas, que são no melhor entendimento da Reichhold do Brasil Ltda. até a presente data, exatas e fidedignas.**

<b>NÍVEL DE DOCUMENTO</b>  III	<b>ELABORADO POR</b> BAP	<b>APROVADO POR</b> CYM	<b>FOLHA</b> 9 DE 9
	<b>DATA</b> 28.03.06	<b>DATA</b> 28.03.06	<b>REVISÃO</b> 4

Q - 01



---

**HYDROCARBONS, AROMATIC: METHOD 1501, Issue 2, dated 15 August 1994 - Page of 2 of 7**

---

**REAGENTS:**

1. Eluent: Carbon disulfide\*, chromatographic quality containing (optional) suitable internal standard.
2. Analytes, reagent grade.\*
3. Nitrogen or helium, purified.
4. Hydrogen, prepurified.
5. Air, filtered.
6. Naphthalene calibration stock solution, 0.40 g/mL in CS<sub>2</sub>.

\* See SPECIAL PRECAUTIONS

**EQUIPMENT:**

1. Sampler: glass tube, 7 cm long, 6-mm OD, 4-mm ID, flame-sealed ends, containing two sections of activated (600 °C) coconut shell charcoal (front = 100 mg, back = 50 mg) separated by a 2-mm urethane foam plug. A silylated glass wool plug precedes the front section and a 3-mm urethane foam plug follows the section. Pressure drop across the tube 1 L/min airflow must be less than 3.4 kPa. Tubes are commercially available.
2. Personal sampling pumps, 0.01 to 1 L/min (Table 3), with flexible connection tubing.
3. Gas chromatograph, FID, integrator, and column (page 1501-1).
4. Vials, glass, 1-mL, with PTFE-lined caps.
5. Pipet, 1-mL, and pipet bulb.
6. Syringes, 5-, 10-, 25- and 100 µL.
7. Volumetric flasks, 10-mL.

---

**SPECIAL PRECAUTIONS:** Carbon disulfide is toxic and extremely flammable (flash point = -30 °C); benzene is a suspect carcinogen. Prepare samples and standards in a well-ventilated hood.

---

**SAMPLING:**

1. Calibrate each personal sampling pump with a representative sampler in line.
2. Break the ends of the sampler immediately before sampling. Attach sampler to personal sampling pump with flexible tubing.
3. Sample at an accurately known flow rate between 0.01 and 0.2 L/min (to 1 L/min for naphthalene or styrene) for a total sample size as shown in Table 3.
4. Cap the samplers with plastic (not rubber) caps and pack securely for shipment.

**SAMPLE PREPARATION:**

5. Place the front and back sorbent sections of the sampler tube in separate vials. Discard the glass wool and foam plugs.
6. Add 1.0 mL eluent to each vial. Attach crimp cap to each vial immediately.
7. Allow to stand at least 30 min with occasional agitation.

**CALIBRATION AND QUALITY CONTROL:**

8. Calibrate daily with at least six working standards over the appropriate range (ca. 0.01 to 10 mg analyte per sample; see Table 4).
  - a. Add known amounts of analyte (calibration stock solution for naphthalene) to eluent in 10-mL volumetric flasks and dilute to the mark.
  - b. Analyze together with samples and blanks (steps 11 through 13).
  - c. Prepare calibration graph (peak area of analyte vs. mg analyte per sample).

## HYDROCARBONS, AROMATIC: METHOD 1501, Issue 2, dated 15 August 1994 - Page of 3 of 7

9. Determine desorption efficiency (DE) at least once for each batch of charcoal used for sampling in the calibration range (step 8). Prepare three tubes at each of five levels plus three media blanks.
  - a. Remove and discard back sorbent section of a media blank sampler.
  - b. Inject a known amount of analyte (calibration stock solution for naphthalene) directly onto front sorbent section with a microliter syringe.
  - c. Cap the tube. Allow to stand overnight.
  - d. Desorb (steps 5 through 7) and analyze together with working standards (steps 11 through 13).
  - e. Prepare a graph of DE vs. mg analyte recovered.
10. Analyze three quality control blind spikes and three analyst spikes to insure that the calibration graph and DE graph are in control.

**MEASUREMENT:**

11. Set gas chromatograph according to manufacturer's recommendations and to conditions given on page 1501-1. Select appropriate column temperature:

Substance <sup>a</sup>	Approximate Retention Time (min), at Indicated Column Temperature			
	50 °C	100 °C	150 °C	Programmed <sup>b</sup>
benzene	2.5			2.5
toluene	4.3	1.1		4.2
xylene ( <u>para</u> )	7.0	1.4		5.2
ethylbenzene	7.0	1.4		5.5
xylene ( <u>meta</u> )	7.2	1.5		5.6
cumene	8.3	1.6		6.0
xylene ( <u>ortho</u> )	10	1.9		6.5
styrene	16	2.6		7.6
α-methylstyrene	3.2	1.0		8.1
vinyltoluene ( <u>meta</u> )	3.8	1.2		8.5
naphthalene	25	4.3		12

<sup>a</sup> Data not available for *p-tert*-butyltoluene and *p*-vinyltoluene.

<sup>b</sup> Temperature program: 50 °C for 3 min, then 15 °C/min to 200 °C.

NOTE: Alternately, column and temperature may be taken from Table 4.

12. Inject sample aliquot manually using solvent flush technique or with autosampler.  
NOTE: If peak area is above the linear range of the working standards, dilute with eluent, reanalyze and apply the appropriate dilution factor in calculations.
13. Measure peak area.

**CALCULATIONS:**

14. Determine the mass, mg (corrected for DE) of analyte found in the sample front ( $W_f$ ) and back ( $W_b$ ) sorbent sections, and in the average media blank front ( $B_f$ ) and back ( $B_b$ ) sorbent sections.  
NOTE: IF  $W_b > W_f / 10$ , report breakthrough and possible sample loss.
15. Calculate concentration,  $C$ , of analyte in the air volume sampled,  $V$  (L):

$$C = \frac{W_f + W_b - B_f - B_b \cdot 10}{V}, \text{mg} / \text{m}^3$$

NIOSH Manual of Analytical Methods (NMA), Fourth Edition

---

HYDROCARBONS, AROMATIC: METHOD 1501, Issue 2, dated 15 August 1994 - Page of 4 of 7

---

**EVALUATION OF METHOD:**

Precisions and biases listed in Table 3 were determined by analyzing generated atmospheres containing one-half, one, and two times the OSHA standard. Generated concentrations were independently verified. Breakthrough capacities were determined in dry air. Storage stability was not assessed. Measurement precisions given in Table 4 were determined by spiking sampling media with amounts corresponding to one-half, one, and two times the OSHA standard for nominal air volumes. Desorption efficiencies for spiked samplers containing only one compound exceeded 75%. Reference [9] provides more specific information.

**REFERENCES:**

- [1] User check, UBTL, NIOSH Sequence #4121-S (unpublished, December 7, 1983).
- [2] NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd. ed., V. 1, P&CAM 127, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-157-A (1977).
- [3] Ibid, V. 2, S22, S23, S25, S26, S29, S30, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-157-B (1977).
- [4] Ibid, V. 3, S292, S311, S318, S343, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-157-C (1977).
- [5] R. D. Dreisbach. "Physical Properties of Chemical Compounds"; Advances in Chemistry Series, No. 15; American Chemical Society, Washington (1955).
- [6] Code of Federal Regulations; Title 29 (Labor), Parts 1900 to 1910; U.S. Government Printing Office, Washington (1989); 29 CFR 1910.1000.
- [7] NIOSH Recommendations for Occupational Safety and Health. U.S. Department of Health and Human Services. DHHS (NIOSH) Publication No. 92-100 (1992).
- [8] 1992-1993 Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices, ACGIH, Cincinnati, OH (1992).
- [9] Documentation of the NIOSH Validation Tests, S22, S23, S25, S26, S29, S30, S292, S311, S318, S343, U.S. Department of Health, Education, and Welfare; Publ. (NIOSH) 77-185 (1977).

**METHOD WRITTEN (REVISED) BY:**

R. Alan Lunsford, Ph.D., based on results of NIOSH Contract CDC-99-74-45.

## HYDROCARBONS, AROMATIC: METHOD 1501, Issue 2, dated 15 August 1994 - Page of 5 of 7

TABLE 1. SYNONYMS, FORMULA, MOLECULAR WEIGHT, PROPERTIES [5].

Name/Synonyms	Empirical Formula	Molecular Weight	Boiling Point (°C)	Vapor Pressure @ 25 °C (mm Hg)	(kPa)	Density @ 20 °C (g/mL)
benzene CAS #71-43-2 RTECS CY1400000	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78.11	80.1	95.2	12.7	0.879
<i>p</i> -tert-butyltoluene CAS #98-51-1 1-tert-butyl-4-methylbenzene RTECS XS8400000	C <sub>11</sub> H <sub>16</sub>	148.25	192.8	0.7	0.09	0.861
cumene CAS #98-82-8 isopropylbenzene RTECS GR8575000	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	120.20	152.4	4.7	0.63	0.862
ethylbenzene CAS #100-41-4 RTECS DA0700000	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	106.17	136.2	9.6	1.28	0.867
α-methylstyrene CAS #98-83-9 isopropenylbenzene (1-methylphenyl)-benzene RTECS WL5075300	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub>	118.18	165.4	2.5	0.33	0.911
naphthalene CAS #91-20-3 RTECS QJ0525000	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	128.18	80.2 <sup>a</sup>	0.2	0.03	1.025
styrene CAS #100-42-5 vinylbenzene RTECS WL3675000	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	104.15	145.2	6.1	0.81	0.906
toluene CAS #108-88-3 methylbenzene RTECS XS5250000	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	92.14	110.6	28.4	3.79	0.867
vinyltoluene <sup>b</sup> CAS #25013-15-4 methylstyrene ( <i>p</i> -vinyltoluene) methylvinylbenzene RTECS WL5075000	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> ( <i>meta</i> ) ( <i>para</i> ) ( <i>ortho</i> )	118.18	167.7 171.8 172.8 169.8	1.6 1.9 1.8 1.8	0.22 0.26 0.24 0.24	0.898 0.911 0.911 0.904
xylene <sup>c</sup> CAS #1330-20-7 dimethylbenzene ( <i>p</i> -xylene) RTECS ZE2100000	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> ( <i>ortho</i> ) ( <i>meta</i> ) ( <i>para</i> )	106.17	144.4 139.1 138.4	6.7 8.4 8.8	0.89 1.12 1.18	0.880 0.864 0.861

<sup>a</sup> Melting point.<sup>b</sup> Commercial mixture of *meta* and *para* isomers.<sup>c</sup> Mixture of isomers.

HYDROCARBONS, AROMATIC: METHOD 1501, Issue 2, dated 15 August 1994 - Page of 6 of 7

TABLE 2. PERMISSIBLE EXPOSURE LIMITS, PPM [6-8].

Substance	OSHA	NIOSH			ACGIH		mg/m <sup>3</sup> per ppm
	TWA	TWA	C	STEL	TLV	STEL	
benzene	1	0.1 <sup>c</sup>	1		10 <sup>f</sup>		3.19
p-tert-butyltoluene	10	10		20	1		6.06
cumene	50 (skin)	50 (skin)			50 (skin)		4.91
ethylbenzene	100	100		125	100	125	4.34
α-methylstyrene	100	50		100	50	100	4.83
naphthalene	10	10 <sup>d</sup>		15	10	15	5.24
styrene	100	50		100	50 <sup>**</sup>	100 (skin)	4.26
toluene	200	100		150	50 (skin)		3.77
vinyltoluene	100	100			50	100	4.83
xylene	100	100 <sup>e</sup>		150	100	150	4.34

<sup>a</sup> Maximum duration 10 min in 8 h. <sup>f</sup> Suspect carcinogen<sup>b</sup> Maximum duration 5 min in any 3 h.<sup>c</sup> Potential carcinogen<sup>d</sup> Group III Pesticide<sup>e</sup> Group I PesticideTABLE 3. SAMPLING FLOWRATE<sup>a</sup>, VOLUME, CAPACITY, RANGE, OVERALL BIAS AND PRECISION [3,4,9].

Substance	Sampling			Breakthrough		Range at VOL-MIN (mg/m <sup>3</sup> )	Overall		Accuracy (±%)
	Flowrate (L/min)	Volume <sup>b</sup> (L)		Volume @ Concentration (L)	(mg/m <sup>3</sup> )		Bias (%)	Precision (S <sub>d</sub> )	
benzene	≤0.20	5	30	>45	149	42- 165	-0.4	0.059	11.4
p-tert-butyltoluene	≤0.20	1	29	44	112	29- 119	-10.3	0.071 <sup>d</sup>	20.7
cumene	≤0.20	1	30	>45	480	120- 480	5.6	0.059	15.2
ethylbenzene	≤0.20	1	24	35	917	222- 884	-7.6	0.089 <sup>d</sup>	17.1
α-methylstyrene	≤0.20	1	30	>45	940	236- 943	-7.6	0.061 <sup>d</sup>	16.9
naphthalene <sup>a</sup>	≤1.0	100	200	>240	81	19- 83	-2.6	0.055	11.5
styrene	≤1.0	1	14	21	1710	426-1710	-7.9	0.058 <sup>d</sup>	16.7
toluene	≤0.20	1	8	12	2294	548-2190	1.6	0.052	10.9
vinyltoluene	≤0.20	1	24	36	952	256- 970	-7.0	0.061 <sup>d</sup>	16.3
xylene	≤0.20	2	23	35	870	218- 870	-1.2	0.060	12.2

<sup>a</sup> Minimum recommended flow is 0.01 L/min.<sup>b</sup> V<sub>min</sub> = minimum sample volume @ OSHA TWA;V<sub>max</sub> = maximum sample volume @ OSHA TWA<sup>c</sup> 10-min sample.<sup>d</sup> Corrected value, calculated from data in Reference 9.<sup>e</sup> Naphthalene shows poor desorption efficiency at low loading; 100-L minimum volume is recommended.<sup>f</sup> 15-min sample.<sup>g</sup> 5-min sample.

## HYDROCARBONS, AROMATIC: METHOD 1501, Issue 2, dated 15 August 1994 - Page of 7 of 7

TABLE 4. MEASUREMENT RANGE, PRECISION AND CONDITIONS<sup>a</sup> [3,4,9].

Substance	Desorption Volume (mL)	Measurement		Carrier Flow (mL/min)	Column Parameters <sup>b</sup>		
		Range (mg)	Precision (%)		t (°C)	Length (m)	Packing <sup>c</sup>
benzene	1.0	0.09-0.35	0.036	50	115	0.9	A
<i>p-tert</i> -butyltoluene	0.5	0.27-1.09	0.021 <sup>d</sup>	50	115	3.0	B
cumene	0.5	0.86-3.46	0.010	50	99	3.0	B
ethylbenzene	0.5	2.17-8.67	0.010	50	85	3.0	B
$\alpha$ -methylstyrene	0.5	0.69-3.57	0.011	50	115	3.0	B
naphthalene	1.0	4.96-19.7	0.019	30	125	3.0	C
styrene	0.5	2.17-8.49	0.013 <sup>d</sup>	50	109	3.0	B
toluene	1.0	1.13-4.51	0.011	50	155	0.9	D
vinyltoluene	0.5	2.41-9.64	0.008	50	120	3.0	B
xylene	1.0	2.60-10.4	0.010	50	180	0.9	D

<sup>a</sup> Injection volume, 5.0  $\mu$ L; nitrogen carrier gas.

<sup>b</sup> All columns stainless steel, 3.2-mm outside diameter.

<sup>c</sup> A, 50/80 mesh Porapak P; B, 10% FFAP on 80/100 mesh Chromosorb W AW-DMCS;

C, 10% OV-101 on 100/120 mesh Supelcoport; D, 50/80 mesh Porapak Q.

<sup>d</sup> Corrected value, calculated from data in [9].

## **Apêndices**

## Apêndice I – Áreas de trabalho do processo de produção de uma prótese



**Foto 1 – Sala de Moldes**



**Foto 2 – Sala de Gessos**



**Foto 3 – Sala de Laminagens**



**Foto 4 – Trabalho de Bancada**



**Foto 5 – Sala das Máquinas**

**Apêndice II – Questionário de Avaliação**

<b>Características Individuais</b>	
Data de Nascimento	___ / ___ / ___
Sexo	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F
Estado Civil	<input type="checkbox"/> Solteiro <input type="checkbox"/> Casado/União de facto <input type="checkbox"/> Viúvo <input type="checkbox"/> Divorciado
Habilitações literárias	<input type="checkbox"/> 1.º ciclo do ensino básico <input type="checkbox"/> 2.º ciclo do ensino básico <input type="checkbox"/> 3.º ciclo do ensino básico <input type="checkbox"/> Ensino Secundário <input type="checkbox"/> Ensino Superior
Zona de Residência	Concelho: _____
Altura	_____ cm
Peso	_____ kg
Diminui ou aumentou de peso nos últimos 12 meses?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não  Se sim, porquê? _____
Tensão arterial	Máxima: _____      Mínima: _____

<b>Historial Médico</b>		
Toma algum tipo de medicamento regularmente?	<input type="checkbox"/> Sim	
	<input type="checkbox"/> Não	
	Se sim, quais ou para quê?	_____ _____ _____
Sofre ou sofreu de:	Diabetes	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Hipertensão arterial	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Doenças oftalmológicas	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Doenças dos ouvidos, nariz e/ou garganta	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Asma, bronquite e/ou rinite	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Doenças do estômago ou intestinais	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Doença cardíaca	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Doença hepática	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Doenças da pele	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Doenças neurológicas	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Tumores, nódulos e/ou quistos	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Outras	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Se sim, indique quais: _____	

Tem familiares que sofrem ou sofreram de:	Diabetes	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Hipertensão arterial	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Doenças oftalmológicas	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Doenças dos ouvidos, nariz e/ou garganta	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Asma, bronquite e/ou rinite	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Doenças do estômago ou intestinais	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Doença cardíaca	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Doença hepática	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Doenças da pele	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Doenças neurológicas	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Tumores, nódulos e/ou quistos	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Outras	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Se sim, indique quais: _____			
Que exames realizou no último ano?	<input type="checkbox"/> Análises ao sangue <input type="checkbox"/> Análises à urina <input type="checkbox"/> Raio-X <input type="checkbox"/> Eletrocardiograma <input type="checkbox"/> Outros: _____		
Considera o seu estado de saúde:	<input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Deficiente		

**Estilo de Vida**

Consumo de tabaco	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Deixei de fumar há ____ meses/anos <input type="checkbox"/> Nunca fumei	
	Quantos cigarros fuma ou fumava habitualmente por dia?	<input type="checkbox"/> < 5 cigarros por dia <input type="checkbox"/> 5-10 cigarros por dia <input type="checkbox"/> 10-20 cigarros por dia <input type="checkbox"/> > 20 cigarros por dia
Consumo de bebidas alcoólicas	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
	Se sim, que tipo de bebida consome ou consumia?	_____
	Se sim, que quantidade bebe ou bebia em média por dia?	_____
Costuma ingerir bebidas que contenham cafeína? (café, chá, coca-cola)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
	Se sim, quantas consome em média por dia?	_____
Considera a sua alimentação:	<input type="checkbox"/> Muito saudável <input type="checkbox"/> Saudável <input type="checkbox"/> Pouco saudável <input type="checkbox"/> Nada saudável	

Vida Laboral		
Trabalhou sempre nesta empresa?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
	Se sim, anos de serviço na empresa:	_____ anos/meses
	Se não, que tipo de trabalho desenvolvia anteriormente?	_____ _____
	Se não, que matérias-primas utilizava anteriormente?	_____ _____
Nesta empresa, mantém sempre o mesmo posto de trabalho?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
	Se sim, que matérias-primas utiliza?	_____ _____
	Se não, que outros postos de trabalho costuma ocupar?	_____ _____
	Se não, que matérias-primas utiliza nesses postos?	_____ _____
Costuma usar dispositivos de protecção individuais?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
	Se sim, qual ou quais?	_____ _____
	Se não, porquê?	_____ _____
Já alguma vez sentiu durante o trabalho irritação de:	Olhos	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Nariz	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Garganta	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Pulmões	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Pele	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

## Apêndice III – Métodos de Análise de Amostras de Ar e Biomarcadores

Referência Bibliográfica	Tipo de Amostra	Método de Análise	Condições de Recolha	Especificações da Metodologia		Padrão Interno
Teixeira, 2007	Ar	GC-FID (Método NIOSH 1501, 1994)		Dessorção	1 mL CS2; 30 min	Dissulfido de Carbono
				Injecção (volume/condições)	5 µL	
				Injecção (temperatura)	225 °C	
				Temperatura do Detetor	225 °C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	50°C (3 min), posteriormente 15 °C/min até aos 200°C	
				Gás Transportador	N2 ou He (25 mL/ min)	
				Especificação da Coluna	Vidro, 3.0m x 2mm, 10% OV-275 em 100/120 mesh Chromosorb W-AW ou equivalente	
				Calibração	Análitos em CS2	
	Intervalo e precisão	2,17-8,49 mg / 0,013 Sr				
	Nível de detalhe estimado	0,001 até 0,01 mg por amostra				
	Urina	HPLC (descrito por Kivisto, 1993)		Os metabolitos urinários de estireno foram extraídas com éter dietílico (10 ml) a partir da urina acidificada (0,5 ml de 1,5 mol/1HC 1 por 1 urina ml) saturado com cloreto de sódio A recuperação de extracção do método foi de 97% + 3% de PGA e 95% + 4% para MA.	Coluna	Li Chrosorb RP-8 200 x 4,6 mm com um tamanho de partícula de 5 µm (HP)
					Fase Móvel/Solvente	80% de água destilada com ácido fosfórico a 0,1%, e 20% de metanol. Com um fluxo de 1,5 ml / min.
					Fluxo	<i>Detecção de PGA e MA foi realizada a 250 nm e 210 nm, respectivamente</i>
					Detector	Detector de díodos
	Preparação da amostra	Os metabolitos urinários de estireno foram extraídos com éter dietílico (10 ml) a partir da urina acidificada (0,5 ml de 1,5 mol/HC1 por 1 ml urina) e saturados com cloreto de sódio.		5 mg control globin, como padrão interno e quantidade variáveis de CEV (0-106 nmol).		
	Sangue	GC-MS (modificação do protocolo descrito por Tavares, 1996)				Dessorção
			Injecção (volume/condições)			
			Injecção (temperatura)			
Temperatura do Detetor						
Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)			100°C durante 1 min, seguido de uma rampa de 30°C/min até aos 270°C			
Gás Transportador						
Especificação da Coluna			30 mX0.32 mm Rtx-1701			
Calibração			A determinação quantitativa foi realizada por referência a uma linha de calibração que foi estabelecido para uma série de amostras contendo 5 mg de globina para controlo			
Intervalo e precisão						
Nível de detalhe estimado						
Preparação da amostra	Hidróxido de Sódio (1 N, 0.24 ml, 0.24 mmol) e ACN (20 µl, 0.30 mmol) foram adicionados. A mistura da reacção foi deixada a temperatura ambiente durante 48h e depois acidificada com HC1 (2 N, 0.12 ml) para para a reacção.					
Teixeira, 2008	Urina	HPLC (descrito por Kivisto, 1993)	Os metabolitos urinários de estireno foram extraídas com éter dietílico (10 ml) a partir da urina acidificada (0,5 ml de 1,5 mol/1HC 1 por 1 urina ml) saturado com cloreto de sódio A recuperação de extracção do método foi de 97% + 3% de PGA e 95% + 4% para MA.	Coluna	Li Chrosorb RP-8 200 x 4,6 mm com um tamanho de partícula de 5 µm (HP).	
				Fase Móvel/Solvente	80% de água destilada com ácido fosfórico a 0,1%, e 20% de metanol. Com um fluxo de 1,5 ml / min.	
				Fluxo	Detecção de PGA e MA foi realizada a 250 nm e 210 nm, respectivamente	
				Detector	Detector de díodos	
				Preparação da amostra	Os metabolitos urinários de estireno foram extraídos com éter dietílico (10 ml) a partir da urina acidificada (0,5 ml de 1,5 mol/HC1 por 1 ml urina) e saturados com cloreto de sódio.	
	Sangue	GC-MS (método Edman modificado - descrito por Pauwels, 1997)		Dessorção		
				Injecção (volume/condições)	1–10 µl	
				Injecção (temperatura)	253°C	
				Temperatura do Detetor	270°C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	5°C/min dos 150 aos 250°C e depois 10°C/min até aos 300°C	
Gás Transportador	He					
Especificação da Coluna	Alltech DB-5-ms; 30 m x 0,32 mm, com espessura de 0,12-mm					
Calibração						
Intervalo e precisão						
Nível de detalhe estimado						
Preparação da amostra						

Referência	Tipo de	Método de	Condições de	Especificações da Metodologia		Padrão
------------	---------	-----------	--------------	-------------------------------	--	--------

Bibliográfica	Amostra	Análise	Recolha		Interno		
Wongvijitsuk, 2011	Ar	GC-FID	Tubos Tenex (recolha de 200 ml/min)	Dessorção	Térmica		
				Injecção (volume/condições)	02:01		
				Injecção (temperatura)	220°C		
				Temperatura do Detetor	250°C durante 10 min		
				Temperatura da Coluna	Rampa de 30°C/min até aos 180°C		
				Gás Transportador	He		
				Especificação da Coluna			
				Calibração			
				Intervalo e precisão			
	Nível de detalhe estimado						
	Preparação da amostra						
	Urina	HPLC			Coluna	LUNA 5µm C18(2), 150mmx4.60mm	
Fase Móvel/Solvente					Uma alíquota de 20 µl de 6N HCl foi adicionada para a acidificação seguida de uma extracção com 800 µl de acetato de etilo		
Fluxo					MA: 225 nm / PGA: 254 nm		
Detector					UV		
Sangue	GC-MS (método descrito por Ruchirawat, 2005)	As amostras de Sangue venoso (~3 ml) foram recolhidas em tubos contendo EDTA (75 µl/ml sangue) e armazenadas a 4°C até análise		Dessorção	1 ml de sangue foi absorvido em fibra de SPME colocado na câmara de expansão durante 30 min e, de seguida, dessorvido pelo calor sobre coluna de GC (HP-5 ms).		
				Injecção (volume/condições)	02:01		
				Injecção (temperatura)	220°C		
				Temperatura do Detetor	230°C		
				Temperatura da Coluna	Rampa de 30°C/min até aos 180°C		
				Gás Transportador	He		
				Especificação da Coluna	GC (HP-5MS)		
				Calibração			
				Intervalo e precisão			
Nível de detalhe estimado							
Preparação da amostra							
Serdar, 2006	Ar	GC-FID (estireno)	Adsorção por tubo de carvão activado ou Tenax.	Dessorção	Térmica de 1 µl de acetato de etilo		
				Injecção (volume/condições)	1,5 ml		
				Injecção (temperatura)	250 °C		
				Temperatura do Detetor	325 °C		
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	40 °C por 8 min e depois aumentou 50 °C por min até aos 250 °C e manteve-se por 5 min		
				Gás Transportador	Hélio num fluxo de 1.5 ml/min		
				Especificação da Coluna	DB-5, 30m x 0,25 mm (coluna de sílica fundida com uma espessura de 0.5 mm µm)		
				Calibração			
				Intervalo e precisão			
	Nível de detalhe estimado	1 ppm					
	Preparação da amostra	A solução foi decantada para um frasco de vidro de 4 ml, selado com uma tampa de Teflon revestido, e armazenado a 220 °C durante até um mês antes da análise					
		GC-MS (óxido de estireno)			Dessorção	Térmica de 1 µl de uma solução de acetato de etilo	
					Injecção (volume/condições)	1,5 ml	
					Injecção (temperatura)	70 °C	
					Temperatura do Detetor	280 °C	
					Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	Temperatura programada para passar dos 40 para os 50 °C em 1 °C por min, e depois aumentou em 50 °C por min até aos 250 °C e foi mantida durante 5 min.	
					Gás Transportador	Hélio num fluxo de 1.5 ml/min	
					Especificação da Coluna	DB-1, 30m x 0,25 mm (coluna de sílica fundida com uma espessura de 0.25 mm µm)	
Calibração							
Intervalo e precisão							
Nível de detalhe estimado	1 ppm						
Preparação da amostra							
Sangue	GC-MS (Estireno e Óxido Estireno)			Dessorção	Térmica com 1,5 ml de acetato de etilo.	Após centrifugação, 50 µg de estireno (padrão interno) foi adicionado a 3,5 ml do extracto de pentano recuperado	
				Injecção (volume/condições)	3 µl		
				Injecção (temperatura)	70°C		
				Temperatura do Detetor	150°C		
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	A temperatura do forno foi mantida a 50°C durante 1 min e depois foi aumentando em 10°C/min até aos 160°C. Os compostos que atrasavam a reacção foram removidos aumentando a temperatura em 50°C/min até aos 250°C, mantendo-se durante 5 min		
				Gás Transportador	Hélio com um fluxo de 1,5 ml/min		
				Especificação da Coluna	Um DB-1, 30 m x 0,25 mm de coluna de sílica fundida (0,25 µm espessura)		
				Calibração			
				Intervalo e precisão			
Nível de detalhe estimado	Os limites de detecção (LODs), definidos como três vezes o ruído de fundo do pico-a-pico, foram de 0,2 ng de estireno (2,5 µg / ml de sangue) e 4 pg (0,05 µg / ml de sangue) para o SO						
Preparação da amostra	As soluções foram concentradas sob uma corrente suave de azoto a 25 µL, e transferidas para um frasco cónico de inserção, para a qual foi adicionado 25 µl de acetato de etilo						

Referência Bibliográfica	Tipo de Amostra	Método de Análise	Condições de Recolha	Especificações da Metodologia		Padrão Interno	
Nakayama, 2004	Urina	HPLC		Coluna	Hypersil ODS (HP). Uma coluna de aço inoxidável (4,6 mm x 150 mm) com enchimento de gel octadecil-silica silanizada (TSK gel, ODS-80 TM, 5 mm)		
				Fase Móvel/Solvente	Solução mista de [20 mM KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (pH 3,3) contendo 3 mM sodium 1-decanesulfonate]/ CH 3CN (85/15)		
				Fluxo	Comprimento de onda de 225 nm		
				Detector	Termal (25°C)		
				Preparação da amostra	As amostras de urina foram diluídas com água destilada ou com a fase móvel. As amostras diluídas foram centrifugadas a 2000 rpm x 5 min e 10 µl do líquido obtido		
Liljelind, 2003	Ar	GC	Tubos aço inoxidável (Perkin Elmer) contendo 300 mg de Tenax TA 60–80 mesh (Chrompack)	Dessorção	Termal		
				Injecção (volume/condições)	30 psi		
				Injecção (temperatura)	250°C		
				Temperatura do Detector	270°C		
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	Temperatura inicial de 100°C foi mantida durante um min, seguido de um aumento de temperatura de 10°C/min até aos 200°C		
	Gás Transportador	Hélio					
	Especificação da Coluna	coluna de sílica fundida (HP Ultra 25,0 m • 0,22 mm ID, revestido com um fenilmetilsilicone reticulada 5%, espessura de filme 0,33 milímetros)					
	Calibração						
	Intervalo e precisão						
	Nível de detalhe estimado						
Preparação da amostra							
Urina	HPLC			Coluna	250 X 4.6 mm YMC AQ fase reversa C18 column (5 µm diâmetro das partículas)		
				Fase Móvel/Solvente	Tampão de fosfato 0,02 M ajustado para pH 2,5 com ácido fosfórico, mais acetonitrilo 7,5% com um fluxo de 1,0 ml / min		
				Fluxo	225 nm		
				Detector	HPLC consistindo de uma bomba Modelo gradiente Gyncotec 480 Controller, uma Gina 160 Autosampler, e um modelo UVD 340S detector de diodos (Gynotek, Alemanha).		
				Preparação da amostra			
Nylander-French, 1999	Ar	GC-FID (estireno)	Adsorção por tubo de carvão activado ou Tenax.	Dessorção	Térmica de 1 µl de acetato de etilo		
				Injecção (volume/condições)	1,5 ml		
				Injecção (temperatura)	250 °C		
				Temperatura do Detetor	325 °C		
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	40 °C por 8 min e depois aumentou 50 °C por min até aos 250 °C e manteve-se por 5 min		
				Gás Transportador	Hélio num fluxo de 1.5 ml min		
				Especificação da Coluna	DB-5, 30m x 0.25 mm (coluna de sílica fundida com uma espessura de 0.5 mm µm)		
				Calibração			
				Intervalo e precisão			
	Nível de detalhe estimado	1 ppm					
	Preparação da amostra	Solução decantada para um frasco de vidro de 4 ml, selado com uma tampa de Teflon revestido, e armazenado a 220 °C durante 1 mês antes da análise					
	GC - MS (óxido estireno)				Dessorção		Térmica de 1 µl de uma solução de acetato de etilo
					Injecção (volume/condições)		1,5 ml
					Injecção (temperatura)		70 °C
					Temperatura do Detetor		280 °C
					Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)		A temperatura do forno foi programada para passar dos 40 para os 50 °C em 1 °C por min, e depois aumentou em 50 °C por min até aos 250 °C e foi mantida durante 5 min.
					Gás Transportador		Hélio num fluxo de 1.5 ml min
					Especificação da Coluna		DB-1, 30m x 0.25 mm (coluna de sílica fundida com uma espessura de 0.25 mm µm)
Calibração							
Intervalo e precisão							
Nível de detalhe estimado	1 ppm						
Preparação da amostra							
Eitaki, 2008	Urina	HPLC (com detector UV)		Coluna	150 mm de comprimento e 4,6 mm de diâmetro interior, e foi embalado com Inertsil ODS (diâmetro dos grânulos, 5 mm).		
				Fase Móvel/Solvente	Mistura de 25 mM KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> –7.3 mM H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> como tampão (pH 2.9) : acetonitrilo=90:10, com um fluxo de 1,1 ml/min		
				Fluxo			
				Detector	Ultra Violeta		
				Preparação da amostra	MA foi dissolvido separadamente em água redestilada, em concentrações de 10 g/l, 7 porções. As amostras foram mantidas a 4°C até a análise		

Referência Bibliográfica	Tipo de Amostra	Método de Análise	Condições de Recolha	Especificações da Metodologia		Padrão Interno	
Chen, 2007	Sangue	HS-SPME-GC		Dessorção	Termal		
				Injecção			
				Injecção (temperatura)	250°C		
				Temperatura do Detetor	270°C		
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	Começou nos 35°C, durante 1 min, e foi aumentando até 150°C num rácio de 5°C/min		
				Gás Transportador	Hélio (0.8 ml/min)		
				Especificação da Coluna	Uma coluna capilar de sílica fundida (SPB-624, 30 mx 0,25 mm, espessura de película 1,4 µm, Supelco) foi utilizada em (HP6890) Agilent GC equipado com um detetor de ionização de chama		
				Calibração			
				Intervalo e precisão	O método foi validado para a linearidade ao longo de um intervalo de 0,5-500 ng por amostra com um nível mínimo de detecção de 0,43 ng por amostra. Precisão e exactidão menor que 5%		
Nível de detalhe estimado	0.4 µg/g						
				Preparação da amostra			
Hofmann, 2006	Ar	GC-FID		Dessorção	Isotérmicamente a 200°C.		
				Injecção	50 µl		
				Injecção (temperatura)	200°C		
				Temperatura do Detetor	300°C		
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	300°C		
				Gás Transportador	Azoto		
				Especificação da Coluna	Aço inoxidável - empacotada com Tenax TA,60-80 mesh, 1,5 mx 1/8		
				Calibração			
				Intervalo e precisão			
	Nível de detalhe estimado						
					Preparação da amostra		
	Sangue	GC - FID seguido adicionalmente GC-MSD (para óxido de estireno)			Dessorção		
					Injecção (volume/condições)	1 µl do extracto de n-hexano concentrada	
					Injecção (temperatura)	35°C	
					Temperatura do Detetor		
					Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	Aquecida até 220°C aumentando 30°C/min. A temperatura da linha de transferência para o MSD foi de 250°C	
					Gás Transportador	Hélio (0.8 ml/min)	
					Especificação da Coluna	(HP-1 MS, filme 0,33 æM, 25 m de comprimento, ID de 0,2 mm; da Agilent, Waldbronn, Alemanha)	
Pré- Coluna					de sílica fundida (comprimento 10 m, mm de diâmetro 0,53; da Agilent, Waldbronn, Alemanha)		
Calibração							
Intervalo e precisão							
Nível de detalhe estimado							
Preparação da amostra							
Cruzan, 1998	Sangue	GC (método descrito por Kessler,1990)	n.d.	n.d.	n.d.		
Mahler, 1999	Sangue	GC - MS (método descrito por Langvardt, 1991)	n.d.	n.d.	n.d.		
Ma, 2005	Urina	HPLC (método descrito por Ogata, 1987)	n.d.	n.d.	n.d.		
Vodicka, 2002	Ar	GC-FID  (Método NIOSH 1501, 1994)		Dessorção	1 mL CS2; 30 min	Dissulfido de Carbono	
				Injecção	5 µL		
				Injecção (temperatura)	225 °C		
				Temperatura do Detetor	225 °C		
				Temperatura da Coluna	50°C (3 min), posteriormente 15 °C/min até 200°C		
				Gás Transportador	N2 ou He (25 mL/ min)		
				Especificação da Coluna	Vidro, 3.0m x 2mm, 10% OV-275 em 100/120 mesh Chromosorb W-AW ou equivalente		
				Calibração	Analitos em CS2		
				Intervalo e precisão	2,17-8,49 mg / 0,013 Sr		
	Nível de detalhe estimado	0,001 até 0,01 mg por amostra					
					Preparação da amostra		
	Urina	HPLC  (descrito por Kivisto, 1993)	Os metabolitos urinários de estireno foram extraídas com éter dietílico (10 ml) a partir da urina acidificada (0,5 ml de 1,5 mol/1HC 1 por 1 urina ml) saturado com cloreto de sódio A recuperação de extracção do método foi de 97% + 3% de PGA e 95% + 4% para MA.		Coluna	Li Chrosorb RP-8 200 x 4,6 mm com um tamanho de partícula de 5 µm (Hewlett-Packard).	
					Fase Móvel/Solvente	80% de água destilada com ácido fosfórico a 0,1%, e 20% de metanol. Com um fluxo de 1,5 ml / min.	
					Fluxo	Deteção de PGA e MA foi realizada a 250 nm e 210 nm, respectivamente	
					Detector	Detector de díodos	
					Preparação da amostra	Os metabolitos urinários de estireno foram extraídos com éter dietílico (10 ml) a partir da urina acidificada (0,5 ml de 1,5 mol/HC1 por 1 ml urina) e saturados com cloreto de sódio.	

Referência Bibliográfica	Tipo de Amostra	Método de Análise	Condições de Recolha	Especificações da Metodologia		Padrão Interno
Carlo, 2007	Ar	GC-FID (Método NIOSH 1501, 1994)		Dessorção	1 mL CS2; 30 min	Dissulfido de Carbono
				Injecção (volume/condições)	5 µL	
				Injecção (temperatura)	225 °C	
				Temperatura do Detetor	225 °C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	50°C (3 min), posteriormente 15 °C/min até aos 200°C	
				Gás Transportador	N2 ou He (25 mL/ min)	
				Especificação da Coluna	Vidro, 3,0m x 2mm, 10% OV-275 em 100/120 mesh Chromosorb W-AW ou equivalente	
				Calibração	Analitos em CS2	
				Intervalo e precisão	2,17-8,49 mg / 0,013 Sr	
				Nível de detalhe estimado	0,001 até 0,01 mg por amostra	
Preparação da amostra						
Dalton, 2007	Ar	GC-FID (Método NIOSH 1501, 1994)	Monitor Passivo (Modelo n.º 3500, 3M Corp, St Paul, MN, USA)	Dessorção	1 mL CS2; 30 min	Dissulfido de Carbono
				Injecção (volume/condições)	5 µL	
				Injecção (temperatura)	225 °C	
				Temperatura do Detetor	225 °C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	50°C (3 min), posteriormente 15 °C/min até aos 200°C	
				Gás Transportador	N2 ou He (25 mL/ min)	
				Especificação da Coluna	Vidro, 3,0m x 2mm, 10% OV-275 em 100/120 mesh Chromosorb W-AW ou equivalente	
				Calibração	Analitos em CS2	
				Intervalo e precisão	2,17-8,49 mg / 0,013 Sr	
				Nível de detalhe estimado	0,001 até 0,01 mg por amostra	
Preparação da amostra						
	Urina	HPLC		Coluna	C8 coluna de fase reversa e um tampão para acetonitrilo (9:1) eluente com um contra-íon	
				Fase Móvel/Solvente	Uma solução de 50 mM KH 2PO 4 foi aplicada com O ácido fosfórico-85% para dar um pH = 2,50 CH 3CN e um contra-íon, fosfato de tetra-butilamónio, foram adicionados para obter um eluente de 50 m M KH 2PO 4 (p H = 2,50) / 3CN CH (90:10) + 0,35 mM de fosfato de tetra-butilamónio	
				Fluxo	Comprimento de onda de 210 nm	
				Detector	UV	
				Preparação da amostra	Uma vez recolhidas todas as amostras foram imediatamente congeladas e no final da recolha de dados enviados em gelo seco para o laboratório analítico, onde foram mantidas a -10 ° C até serem analisadas.	
Morris, 2000	Ar	GC-FID	Tubo de aço inoxidável (com um tubo T. Polietileno de aço inoxidável)	Dessorção		4 alíquotas ml de estireno-padrão (dissolvido em metanol) foram injectados em sacos de gás de teflon de amostragem (Cole-Parmer, Niles, IL), que foram então cheios com 0,8 l de ar limpo
				Injecção (volume/condições)		
				Injecção (temperatura)		
				Temperatura do Detetor		
				Temperatura da Coluna	100°	
				Gás Transportador	Azoto com um fluxo de 30 ml/min	
				Especificação da Coluna	15-m DB-Wax megabore	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado		
Preparação da amostra						
Gerrard, 2010	Ar	GC - FID	Recolha manual através de seringas de 500-µL (Hamilton, USA).	Dessorção		
				Injecção (volume/condições)		
				Injecção (temperatura)	250 °C	
				Temperatura do Detetor	300°C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	150 °C	
				Gás Transportador	Argon com um fluxo de 6,3 mL/min	
				Especificação da Coluna	30 m HP INNOWAX coluna de polietilenglicol reticulado capilar (espessura de 0,53 milímetros ID: 1 µm mm)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado		
Preparação da amostra						

Referência	Tipo de	Método de	Condições	Especificações da Metodologia	Padrão
------------	---------	-----------	-----------	-------------------------------	--------

Bibliográfica	Amostra	Análise	de Recolha		Interno	
Tornero-Velez, 2001	Ar	GC - FID  (para estireno, método descrito por Tornero-Velez, 2000)	Adsorção por tubo de carvão activado ou Tenax.	Dessorção	Térmica de 1 µl de acetato de etilo	
				Injecção (volume/condições)	1,5 ml	
				Injecção (temperatura)	250 °C	
				Temperatura do Detetor	325 °C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	40 °C por 8 min e depois aumentou 50 °C/min até aos 250 °C e manteve-se por 5 min	
				Gás Transportador	Hélio num fluxo de 1.5 ml min	
				Especificação da Coluna	DB-5, 30m x 0.25 mm (coluna de sílica fundida com espessura de 0.5 mm)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado	1 ppm	
	Preparação da amostra	A solução foi decantada para um frasco de vidro de 4 ml, selado com uma tampa de Teflon revestido, e armazenado a 220 °C durante até um mês antes da análise				
	GC-MS	(para óxido de estireno, método descrito por Tornero-Velez, 2000)		Dessorção	Térmica de 1 µl de uma solução de acetato de etilo	
				Injecção (volume/condições)	1,5 ml	
				Injecção (temperatura)	70 °C	
				Temperatura do Detetor	280 °C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	Temperatura programada para passar dos 40 para os 50 °C em 1 °C/min, e depois aumentou em 50 °C/min até aos 250 °C e foi mantida durante 5 min.	
				Gás Transportador	Hélio num fluxo de 1.5 ml min	
				Especificação da Coluna	DB-1, 30m x 0.25 mm (coluna de sílica fundida com espessura de 0.25 mm)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado	1 ppm	
Preparação da amostra						
Sangue	(descrito por Tornero-Velez, 2001)	GC-MS		Dessorção	Térmica com 1,5 ml de acetato de etilo.	Após centrifugação, 50 µg de estireno (padrão interno) foi adicionado a 3,5 ml do extracto de pentano recuperado
				Injecção (volume/condições)	3 µl	
				Injecção (temperatura)	70°C	
				Temperatura do Detetor	150°C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	Temperatura mantida a 50°C durante 1 min e depois foi aumentando em 10°C/min até aos 160°C. Os compostos que atravavam a reacção foram removidos aumentando a temperatura em 50°C/min até aos 250°C, mantendo-se durante 5min	
				Gás Transportador	Hélio com um fluxo de 1,5 ml/min	
				Especificação da Coluna	Um DB-1, 30 m x 0,25 mm de coluna de sílica fundida (0,25 µm espessura) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado	Os limites de detecção (LODs), definidos como três vezes o ruído de fundo do pico-a-pico, foram de 0,2 ng de estireno (2,5 µg / ml de sangue) e 4 pg (0,05 µg / ml de sangue) para o SO	
Preparação da amostra	As soluções foram concentradas sob uma corrente suave de azoto a 25 µL, e transferidas para um frasco cónico de inserção, para a qual foi adicionado 25 µl de acetato de etilo					
Rappaport, 1996	Sangue	GC-MS  (método descrito por Yeowell O'Connell, 1996)		Dessorção	0,5 ml Acetato de etilo	
				Injecção (volume/condições)		
				Injecção (temperatura)	250°C	
				Temperatura do Detetor	150°C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	75°C por 1 min e depois aumenta de 50°C/min até aos 250°C e mantém-se durante 20 minutos. Para os restantes analitos, a temperatura do forno foi mantida a 75°C/min aumentando depois 50°C/min até aos 200°C, mantendo-se durante 11 min. OS compostos eluídos foram removidos através do aumento da temperatura para 250°C a 50°C/min e mantendo esta temperatura	
				Gás Transportador	He	
				Especificação da Coluna	The column (DB-5, 30 m, 0,242 mm id., 1-µm de espessura;	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado		
Preparação da amostra						

Referência Bibliográfica	Tipo de Amostra	Método de Análise	Condições de Recolha	Especificações da Metodologia		Padrão Interno
Migliore, 2002	Urina	HPLC	(no final do turno)	Coluna	0,26 x 25 cm HC ODS SIL X (Perkin Elmer LC 55 B)	
				Fase Móvel/Solvente	Uma solução de água /acetoneitrilo / ácido acético (95: 05:00 02) foi utilizado como fase móvel (Ogata e Sugihara 1978); a taxa de fluxo foi de 1,0 ml / min	
				Fluxo	225 nm	
				Detector	UV	
				Preparação da amostra	A 1 ml de urina filtrada 0,5 ml de ácido 4-hidrobenzoiico (3 mg / ml), como padrão interno, e 0,2 ml de HCl 6 N foram adicionados para obter um pH abaixo de 2. A extração foi realizada com 4 ml de cloreto de n-butilo / isopropanol (9:1). O tubo de ensaio foi agitado durante 10 min em um agitador orbital. Após centrifugação a 3000 rpm durante 5 min, 0,5 ml da camada orgânica foi transferida para outro tubo de ensaio e secou-se sob fluxo de azoto. O resíduo foi dissolvido em 0,1 ml de água / acetoneitrilo (95: 5) e 5 µl foram injectados no cromatógrafo líquido de alta pressão.	
Harkonen, 1984	Urina	GC - FID		Dessorção		
				Injecção	1µl	
				Injecção (temperatura)	200°C	
				Temperatura do Detetor	120°C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	Ácido clorídrico diluído e água destilada, secando-a 160 ° C durante 4 h, e aquecendo-o a 450 ° C sob fluxo de azoto durante 1h	
				Gás Transportador	Azoto e hidrogénio	
				Especificação da Coluna	0,5 mx 4 milímetros Coluna de Vidro revestida com Carbowax 20M, 10%, in Cromosorb W (ácido lavado, silanizada, 80/110)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado		
Preparação da amostra	Todas as amostras de urina foram conservadas a +4 ° C e analisadas dentro de 1 semana.					
Johnson, 2006	Ar	GC (descrito por Morata 2002)	Monitor passivo, 2 amostras para cada trabalhador	n.d.	n.d.	n.d.
	Urina	HPLC - MA	Recolhida durante 24 horas, começando com o início do turno de trabalho	n.d.	n.d.	n.d.
Teixeira, 2010	Ar	GC-FID (Método NIOSH 1501, 1994)	Tubos de carvão activado, acoplados a uma bomba	Dessorção	1 mL CS2; 30 min	Dissulfito de Carbono
				Injecção	5 µL	
				Injecção (temperatura)	225 °C	
				Temperatura do Detetor	225 °C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	50°C (3 min), posteriormente 15 °C/min até aos 200°C	
				Gás Transportador	N2 ou He (25 mL/ min)	
				Especificação da Coluna	Vidro, 3.0m x 2mm, 10% OV-275 em 100/120 mesh Chromosorb W-AW ou equivalente	
				Calibração	Analitos em CS2	
				Intervalo e precisão	2,17-8,49 mg / 0,013 Sr	
				Nível de detalhe estimado	0,001 até 0,01 mg por amostra	
	Urina	HPLC	Recolha no início do turno de acordo com o método da ACGIH	Coluna	Coluna de água cartucho Symmetry C18 (150x3, 9 mm) com uma coluna de guarda Sentry (20X3, 9 mm) com enchimento de simetria	
				Fase Móvel/Solvente	Mistura de 50 mM KH2PO4 em 1% de ácido acético (com ph 2,5, com 85% ácido ortofosfórico) - acetoneitrila (90:10, v/v).	
				Fluxo	225 nm	
				Detector	UV	
				Preparação da amostra		
Poli, 2005	Ar	GC-MS	Bulbo Teflon	Dessorção	Térmica	1 µL de n-heptano-d16 e solução metanólica de estireno d8 (1,5 x 10-5 M) foi adicionado a cada amostra, como padrão interno
				Injecção	0,75 µg/L	
				Injecção (temperatura)	275°C	
				Temperatura do Detetor	280°C for 5 min	
				Temperatura da Coluna	350° por 4h	
				Gás Transportador	He	
				Especificação da Coluna	Equity™-1 column (30 m, 0.25 mm i.d., 1.0 µm film, Supelco)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado		
Preparação da amostra						

Referência Bibliográfica	Tipo de Amostra	Método de Análise	Condições de Recolha	Especificações da Metodologia		Padrão Interno
Eriksson, 2005	Ar	GC (método descrito por Lijelind, 2001)	Tubos aço inoxidável (Perkin Elmer) contendo 300 mg de Tenax TA 60–80 mesh (Chrompack)	Dessorção	Térmica	
				Injecção	30 psi	
				Injecção (temperatura)		
				Temperatura do Detetor	270°C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	Temperatura inicial de 100°C, foi mantida por 1 minuto, seguido de um aumento de temperatura de 10°C/ min até aos 200°C	
				Gás Transportador	Hélio	
				Especificação da Coluna	coluna de sílica fundida (HP Ultra 25,0 m • 0,22 mm ID, revestido com um fenilmetilsilicone reticulada 5%, espessura de filme 0,33 milímetros)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado		
Preparação da amostra						
Vodicka, 2004	Ar	(Método descrito por Vodicka, 1995)	Dosímetros individuais	n.d.	n.d.	
	Sangue	(Método descrito por Vodicka, 1995 e 2001)	n.d.	n.d.	n.d.	
	Urina	HPLC (Método descrito por Symanski, 2001 e Poggi, 1982)		Coluna	0 26 x 25 cm HC ODS SIL X (Perkin Elmer LC 55 B)	
				Fase Móvel/Solvente	Uma solução de água /acetoneitrilo / ácido acético (95: 05:00 02) foi utilizado como fase móvel (Ogata e Sugihara 1978); a taxa de fluxo foi de 1,0 ml / min	
				Fluxo	225 nm	
				Detector	UV	
Preparação da amostra				A 1 ml de urina filtrada 0,5 ml de ácido 4-hidroxibenzóico (3 mg / ml), como padrão interno, e 0,2 ml de HCl 6 N foram adicionados para obter um pH abaixo de 2. A extracção foi realizada com 4 ml de cloreto de n-butilo / isopropanol (9:1). O tubo de ensaio foi agitar durante 10 min em um agitador orbital. Após centrifugação a 3000 rpm durante 5 min, 0,5 ml da camada orgânica foi transferida para outro tubo de ensaio e secou-se sob fluxo de azoto. O resíduo foi dissolvido em 0,1 ml de água / acetoneitrilo (95: 5) e 5 µl foram injectados no cromatógrafo líquido de alta pressão.		
Urina	HPLC - MS Composto 4-Vinil-fenol (Manini et al. 2002)		Coluna	CR 3x3 (PE Brownlee)		
			Fase Móvel/Solvente	20 mM de Ácido fórmico aquoso (pH 3,0) e metanol		
			Fluxo	0,8 ml/min para fase móvel. Ph-G, m/z 319 (identifica o 4-vinil-fenol)		
			Detector	Modo SRM, utilizando as reacções de fragmentação características de analitos (ionização de conjugados)		
			Preparação da amostra	2mL de urina com 4 mL of 0,5 M de um tampão de acetato (pH 5,0) e hidrolisado com 20 µL of beta-glucuronidase / por arilsulfatase 24h em um banho de água a 37 ° C. A solução foi tratada com NaCl e extraiu-se com 15 mL de diclorometano, agitou-se durante 90 s, centrifugadas durante 10 min a 3500g.		
Urina	PHEMAs (método descrito por Ghittori, 1997)	Volume amostra: 100 ml . .	Coluna	ODS Hypersil, 250 3 4.6 (I.D.) mm, 3 µm (Shandon, UK).		
			Fase Móvel/Solvente	Um tampão de acetato de 50,05 M (pH 6,5). Metanol B5. Os solventes foram constantemente desgaseificada com hélio para evitar a formação de bolhas		
			Fluxo	excitação 330 nm, emissão 440 nm		
			Detector	espectrofotómetro de fluorescência		
			Preparação da amostra			
Eriksson, 2004	Exposição dermatológica	GC-FID	Recolha de amostra através de emplastro	Dessorção	10 ml de CS2.	
				Injecção (volume/condições)	1.0 µl	
				Injecção (temperatura)		
				Temperatura do Detetor	270°C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	100°C durante 1 min, seguido por um aumento de temperatura de 10°C / min até 200°C	
				Gás Transportador	Nitrogen	
				Especificação da Coluna	coluna de sílica fundida (50 m x 0,2 mm id, a camada de fase 0,33 mm) (50 m x 0,2 mm i.d., phase layer 0.33 µm)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão	0.1– 20.0 mg/ml styrene (r2 = 0.992)	
				Nível de detalhe estimado		
Preparação da amostra						

Referência Bibliográfica	Tipo de Amostra	Método de Análise	Condições de Recolha	Especificações da Metodologia		Padrão Interno
Luderer, 2004	Ar	GC - FID (descrito por Tornero-Velez, 2000)	Adsorção por tubo de carvão activado ou Tenax.	Dessorção	Térmica de 1 µl de acetato de etilo	
				Injecção	1,5 ml	
				Injecção (temperatura)	250 °C	
				Temperatura do Detetor	325 °C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	40 °C por 8 min e depois aumentou 50 °C por min até aos 250 °C e manteve-se por 5 min	
				Gás Transportador	Hélio num fluxo de 1,5 ml/min	
				Especificação da Coluna	DB-5, 30m x 0,25 mm (coluna de sílica fundida com uma espessura de 0,5 mm µm)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
	Nível de detalhe estimado	1 ppm				
	Preparação da amostra	Solução decantada para um frasco de vidro de 4 ml, selado com uma tampa de Teflon revestido, e armazenado a 220 °C por 1 mês antes da análise				
	Sangue	GC-MS (descrito por Tornero-Velez, 2001)		Dessorção	Térmica com 1,5 ml de acetato de etilo.	
				Injecção	3 µl	
				Injecção (temperatura)	70°C	
				Temperatura do Detetor	150°C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	Temperatura mantida a 50°C durante 1 min e depois aumentando em 10°C/min até aos 160°C. Os compostos que atravessam a reacção foram removidos aumentando a temperatura em 50°C/min até aos 250°C, mantendo durante 5min	
				Gás Transportador	Hélio com um fluxo de 1,5 ml/min	
				Especificação da Coluna	Um DB-1, 30 m x 0,25 mm de coluna de sílica fundida (0,25 µm espessura)	
Calibração						
Intervalo e precisão						
Nível de detalhe estimado	Os limites de detecção (LODs), definidos como três vezes o ruído de fundo do pico-a-pico, foram de 0,2 ng de estireno (2,5 µg / ml de sangue) e 4 pg (0,05 µg / ml de sangue) para o SO					
Preparação da amostra	As soluções foram concentradas sob uma corrente suave de azoto a 25 µL, e transferidas para um frasco cónico de inserção, para a qual foi adicionado 25 µl de acetato de etilo					
Liljelind, 2001	Ar	GC (descrito por Liljelind, 2000)	Tubos aço inoxidável 90-mm x 6,3-mm outer diameter x 5,0-mm inner diameter (Perkin Elmer) contendo 300 mg de Tenax TA 60-80 mesh (Chrompack)	Dessorção	Térmico	
				Injecção (volume/condições)	0,5 µl	
				Injecção (temperatura)	220°C por 10 min com um fluxo de 30 ml/min	
				Temperatura do Detetor	250°C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	100°C foi mantida durante 1 minuto, seguido por um aumento de temperatura de 10°C / min até 200°C. 30°C durante 5 min, seguido por um aumento de temperatura de 10°C / min até 170°C e, finalmente, a uma temperatura de 20°C / min até 220°C.	
				Gás Transportador	He 30 psi	
				Especificação da Coluna	HP cromatógrafo de gás 5890 com uma coluna de sílica fundida (HP Ultra 2,50 mx 0,22 mm ID, revestido com um fenilmetilsilicone reticulada 5%, espessura de filme 0,33 mm)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado		
				Preparação da amostra		
				Brodkin, 2001	Ar	GC (NIOSH, 1985)
Sangue	HS-GC	n.d.	n.d.		n.d.	
Fustinoni, 2010	Ar	GC - FID (descrito por Tornero-Velez, 2000)	Adsorção por tubo de carvão activado ou Tenax.	Dessorção	Térmica de 1 µl de acetato de etilo	
				Injecção (volume/condições)	1,5 ml	
				Injecção (temperatura)	250 °C	
				Temperatura do Detetor	325 °C	
				Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	40 °C por 8 min e depois aumentou 50 °C por min até aos 250 °C e manteve-se por 5 min	
				Gás Transportador	Hélio num fluxo de 1,5 ml/min	
				Especificação da Coluna	DB-5, 30m x 0,25 mm (coluna de sílica fundida com uma espessura de 0,5 mm µm)	
				Calibração		
				Intervalo e precisão		
				Nível de detalhe estimado	1 ppm	
				Preparação da amostra	A solução foi decantada para um frasco de vidro de 4 ml, selado com uma tampa de Teflon revestido, e armazenado a 220 °C durante até um mês antes da análise	
				Urina	SPME seguido de GC-MS (para Concentração de Estireno, método descrito por Fustinoni, 2008)	
	Injecção (volume/condições)	3 µl				
	Injecção (temperatura)	70°C				
	Temperatura do Detetor	150°C				
	Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)	Temperatura mantida a 50 °C durante 1 min e depois aumentou em 10°C/min até 160°C. Compostos eluídos foram removidos para aumentar a temperatura do forno a 50°C/min até 250 °C onde foi realizada durante 5 min				
	Gás Transportador	He com um fluxo de 1,5 ml/min				
	Especificação da Coluna	A DB-1, 30 m x 0,25 mm - coluna de sílica fundida (0,25 µm espessura) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA)				
	Calibração					
	Intervalo e precisão					
	Nível de detalhe estimado					
	Preparação da amostra	As soluções foram concentradas sob uma corrente suave de azoto a 25 µL, e transferida para um frasco cónico de inserção, para a qual 25 µl de acetato de etilo foi adicionado				
		LC-MS/MS (para MA e PGA, método descrito por Manini, 2002)				
				Coluna	20 mM de Ácido fórmico aquoso (pH 3,0) e metanol	
Pré coluna						
Condições de injeção						
Preparação da amostra	2mL de urina com 4 ml de tampão de acetato 0,5 M (pH 5,0) e hidrolisado com 20 µL de beta- glucuronidase/arylsulfatase por 24h num banho de água a 37 °C. A solução foi tratada com NaCl e extraiu-se com 15 mL de diclorometano, agitou-se durante 90 s, centrifugadas durante 10 min a 3500g.					

Referência Bibliográfica	Tipo de Amostra	Método de Análise	Condições de Recolha	Especificações da Metodologia		Padrão Interno		
Iregren, 2005	Urina	HPLC (descrito por Morata, 2002)	n.d.	n.d.	n.d.			
Lees, 2003	Ar	GC (Método NIOSH 1501, 1994)		Dessorção	1 mL CS <sub>2</sub> ; 30 min	Dissulfido de Carbono		
				Injecção	5 µL			
				Injecção (temperatura)	225 °C			
				Temperatura do Detetor	225 °C			
				Temperatura da Coluna	50°C (3 min), posteriormente 15 °C/min até aos 200°C			
				Gás Transportador	N <sub>2</sub> ou He (25 mL/ min)			
				Especificação da Coluna	Vidro, 3,0m x 2mm, 10% OV-275 em 100/120 mesh Chromosorb W-AW ou equivalente			
				Calibração	Analitos em CS <sub>2</sub>			
				Intervalo e precisão	2,17-8,49 mg / 0,013 Sr			
				Nível de detalhe estimado	0,001 até 0,01 mg por amostra			
Preparação da amostra								
Lees, 2003	Urina	HPLC (descrito por Murer, 1994)		Coluna	C8 coluna de fase reversa e um tampão para acetonitrilo (9:1) eluente com um contra-íão			
				Fase Móvel/Solvente	Uma solução de 50 mM KH 2PO 4 foi aplicada com ácido fosfórico-85% para dar um pH = 2,50 CH 3CN e um contra-íão, fosfato de tetra-butilamónio, foram adicionados para obter um eluente de 50 mM KH 2PO 4 (p H = 2,50) / 3CN CH (90:10) + 0,35 mM de fosfato de tetra-butilamónio			
				Fluxo	Comprimento de onda de 210 nm			
				Detector	UV			
				Preparação da amostra	Uma vez recolhidas todas as amostras foram imediatamente congeladas e no final da recolha de dados enviados em gelo seco para o laboratório analítico, onde foram mantidas a -10 ° C até serem analisadas.			
Manini, 2002	Urina	HPLC – MS (para MA, PGA, e PHEMA, método descrito por Manini, 2002)		Fase móvel	C18-DB coluna (75 x 3.0 mm i.d., 3 µm;			
				Coluna	20 mM de Ácido fórmico aquoso (pH 3,0) e metanol, com um fluxo de 1,5 mm/ min			
				Pré coluna				
				Condições de injeção				
				Preparação da amostra	2mL de urina com 4 mL of 0,5 M de um tampão de acetato (pH 5,0) e hidrolisado com 20 µL of beta-glucuronidase / por arilsulfatase 24h em um banho de água a 37 ° C. A solução foi tratada com NaCl e extraiu-se com 15 mL de diclorometano, agitou-se durante 90 s, centrifugadas durante 10 min a 3500g.			
		HPLC – MS (para 4-VPS e 4-VPD, método descrito por Manini, 2002)		Coluna	CR 3x3 (PE Brownlee)			
				Fase Móvel/Solvente	20 mM de Ácido fórmico aquoso (pH 3,0) e metanol			
				Fluxo	0,8 ml/min para fase móvel. Ph-G, m/z 319 (identifica o 4-vinil-fenol)			
				Detector	Modo SRM, utilizando as reacções de fragmentação características de analitos (ionização de conjugados)			
				Preparação da amostra	2mL de urina com 4 mL of 0,5 M de um tampão de acetato (pH 5,0) e hidrolisado com 20 µL of beta-glucuronidase / por arilsulfatase 24h em um banho de água a 37 ° C. A solução foi tratada com NaCl e extraiu-se com 15 mL de diclorometano, agitou-se durante 90 s, centrifugadas durante 10 min a 3500g.			
Prieto-Castelló, 2010	Urina	HPLC (descrito por Marhuenda, 1997)		Coluna	C18			
				Fase Móvel/Solvente	acetonitrilo / água acidificada com H3PO4, pH3 (12/88) foi usado a um fluxo de 1mL/min			
				Fluxo	MA: 220nm ; PGA: 254 nm			
				Detector	UV detector			
				Preparação da amostra	Resumidamente, 1 mL de uma solução de citrato de lítio / ácido sulfossalicílico (1/8, w / w) foi adicionado a 1 ml de cada amostra de urina. A mistura foi agitada, diluiu-se com 4 ml de metanol, centrifugadas, e injectada num líquido de alta resolução cromatógrafo			
Godderis, 2004	Urina	HPLC (descrito por Severi, 1994)		Coluna	Cromatógrafo líquido de alta pressão (Varian 5000) equipado com uma coluna de fase reversa C-18 (ET 250/8/4 Nucleosil 120-7 CIS 250 mm x 4 mm, tamanho de partícula 7 µm), injector automático (20 µL)			
				Fase Móvel/Solvente	Uma mistura de 80% de água, contendo 0,5% de ácido acético (pH 4,6) e 20% de metanol			
				Fluxo	220 nm a			
				Detector	Ultra Violeta			
				Preparação da amostra				
	Sangue	GC-MS (descrito por Severi, 1994)			Dessorção		Térmico	
					Injecção		1- 10 µl	
					Injecção (temperatura)			
					Temperatura do Detetor		270°C	
					Temperatura da Coluna (com ou sem rampas)		Temperatura programada a 5°C /min até150-250°C, seguido por um aumento de 10°/min até 300° C.	
Gás Transportador	He							
Especificação da Coluna	Cromatógrafo HP 6890 equipado com um amostrador automático e um detector de massa 5973 série selectiva. DB-5-ms coluna capilar de sílica fundida (30 mx 0,32 mm, 0,12 fase µm espessura Ness).							
Calibração								
Intervalo e precisão								
Nível de detalhe estimado								
Preparação da amostra								

## Apêndice IV – Tabela Resumo de Métodos de Análise de Amostras de Ar e Biomarcadores

### Monitorização Ambiental – Análise do Ar

Amostra	Biomarcador	Método de Análise	Detalhes do Método de Análise	Referência
Ar	Concentração de Estireno	GC-FID	Método NIOSH 1501, 1994	Teixeira, J.P. et al., 2007; Teixeira, J.P. et al., 2010; Teixeira, J.P. et al., 2004; Carlo, R.V. et al., 2007; Dalton, P. et al., 2007; Lees, P.S.J. et al., 2003
			Método NIOSH, 1985	Brodkin, C.A. et al., 2001
			Tornero-Velez et al., 2000	Serdar, B. et al., 2006; Nylander-French, L.A. et al., 1999; Tornero-Velez et al., Toxicological Sciences, 2001; Luderer, U. et al., 2004; Fustinoni, S. et al., 2010
			Filser et al., 1993	Hofmann, C. et al., 2006
			Detalhes descritos no artigo	Wongvijitsuk, S. et al., 2011; Nakayama, S. et al., 2004; Lanosa, M.J. et al., 2010; Ma, M. et al., 2005; Morris, J.B. et al., 2000; Gerrard, A.M. et al., 2010
		GC	Liljelind et al., 2001	Liljelind, I. et al., 2003; Eriksson, K. et al., 2005
			Liljelind et al., 2000	Liljelind, I. et al., 2001
			Morata T.C., 2002	Johnson, A.C. et al., 2006
		GC-MS	Arthur C.L., 1990	Poli, D. et al., 2005
		n.d.	Vodicka et al., 1995	Vodicka, P. et al., 2004
	Concentração de SO	GC-MS	Tornero-Velez R., 2000	Serdar, B. et al., 2006, Nylander-French, L.A. et al., 1999; Tornero-Velez et al., Toxicological Sciences, 2001

## Monitorização Biológica – Análise à Urina

Amostra	Biomarcador	Método de Análise	Detalhes do Método de Análise	Referência
Urina	Concentração de Estireno	<b>GC- SPME-MS</b>	Fustinoni et al., 2008	Fustinoni, S. et al., 2010
	MA	<b>HPLC</b>	Kivisto et al., 1993	Teixeira, J.P. et al., 2007; Teixeira, J.P. et al., 2008; Teixeira, J.P. et al., 2004
			Murer AJL, 1994	Dalton, P. et al., 2007; Lees, P.S.J.et al., 2003
			Detalhes descritos no artigo	Wongvijitsuk, S. et al., 2011; Johnson, A.C. et al., 2006
			Ogata, M., 1988	Nakayama, S. et al., 2004
			Eriksson K., 1990	Liljelind, I. et al., 2003
			Inoue O., 1995	Eitaki, Y. et al., 2008
			Poggi et al., 1982	Migliore, L. et al., 2002
			Marhuenda et al., 1997	Prieto-Castelló, M.J. et al., 2010
			Laffon, B. 2001	Teixeira, J.P. et al., 2010
			Kawai, T., 1992	Ma, M. et al., 2005
		Morata TC, 2002	Iregren, A. et al., 2005	
		<b>LC-MS/MS</b>	Manini, P. et al., Mass Spectrom., 2002	Fustinoni, S. et al., 2010; Manini, P. et al., Toxicology Letters, 2002
		<b>GC-FID</b>	Engstrom K, 1976/ Kalliokoski P, 1975	Harkonen, H. et al., 1984
		<b>n.d.</b>	Pekari K., 1993 e 1994	Anttila, A. et al., 1998
	<b>n.d.</b>	Symanski et al., 2001	Vodicka, P. et al., 2004	
	<b>n.d.</b>	Severi et al., 1994	Godderis, L. et al., 2004	
	PGA	<b>HPLC</b>	Kivisto et al., 1993	Teixeira, J.P. et al., 2007; Teixeira, J.P. et al., 2008; Teixeira, J.P. et al., 2004
			Detalhes descritos no artigo	Wongvijitsuk, S. et al., 2011
			Inoue O., 1995	Eitaki, Y. et al., 2008
			Murer AJL, 1994	Dalton, P. et al., 2007; Lees, P.S.J.et al., 2003
			Marhuenda et al., 1997	Prieto-Castelló, M.J. et al., 2010
			Laffon, B. 2001	Teixeira, J.P. et al., 2010, Teixeira
		Kawai, T., 1992	Ma, M. et al., 2005	
		<b>LC-MS/MS</b>	Manini, P. et al., Mass Spectrom., 2002	Fustinoni, S. et al., 2010; Manini, P. et al., Toxicology Letters, 2002
	<b>n.d.</b>	Symanski et al., 2001	Vodicka, P. et al., 2004	
	t,t-MA	<b>HPLC</b>	Ruchirawat, M., 2005	Wongvijitsuk, S. et al., 2011
S-PMA	<b>HPLC/MS-MS</b>	Navasumrit et al., 2008	Wongvijitsuk, S. et al., 2011	
Composto 4-Vinil-fenol	<b>n.d.</b>	Manini, P. et al., Mass Spectrom., 2002	Vodicka, P. et al., 2004; Manini, P. et al., Toxicology Letters, 2002	
PHEMAs ( <i>Regioisomeric phenyl hydroxyethyl mercapturic acids</i> )	<b>n.d.</b>	Ghittori et al. 1997	Vodicka, P. et al., 2004,	
		Manini, P. et al., Mass Spectrom., 2002	Manini, P. et al., Toxicology Letters, 2002	

## Monitorização Biológica – Análise ao Sangue

Amostra	Biomarcador	Método de Análise	Detalhes do Método de Análise	Referência
Sangue	Concentração de Estireno	GC-MS	Tornero-Velez et al. , J. Chromatography, 2001	Serdar, B. et al., 2006; Tornero-Velez et al. , Toxicological Sciences, 2001; Luderer, U. et al., 2004
			Ruchirawat, M., 2005	Wongvijitsuk, S. et al., 2011
			Langvardt and Noland, 1991 / Morgan et al., 1993	Mahler, J.F. et al., 1999
		HS-GC <i>(headspace gas chromatography with automatic cryogenic focusing and high resolution capillary chromatograph)</i>	Dills RL, 1991	Brodkin, C.A. et al., 2001
		HS-SPME-GC <i>(headspace solid phase microextraction together with gas chromatography)</i>	Campo et al., 1999	Chen, G. et al., 2007
		n.d.	Vodicka et al. 1995, 2001	Vodicka, P. et al., 2004
	Concentração de SO	GC-MS	Tornero-Velez et al., J. Chromatography, 2001	Serdar, B. et al., 2006; Tornero-Velez et al., Toxicological Sciences, 2001
			Langvardt and Noland, 1991 / Morgan et al., 1993	Mahler, J.F. et al., 1999
		GC-FID	Kessler et al. (1990)	Hofmann, C. et al., 2006; Cruzan, G. et al., 1998
		GC-MSD <i>(gas chromatography–mass selection detection)</i>	Bitzenhofer (1993)	Hofmann, C. et al., 2006
	Adutos de SO <i>(SO-N-terminal valine adducts)</i>	GC-MS	Tavares et al., 1996	Teixeira, J.P. et al., 2007
			Severi et al., 1994	Godderis, L. et al., 2004
			Pauwels et al., 1997	Teixeira, J.P. et al., 2008