

**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**Faculdade de Ciências e Tecnologia**

*Indicadores de Risco Ambiental para  
a Indústria Portuguesa*

**Inês de Almeida Mendes**

**Orientação:** Professor Doutor Luís Nunes

**Dissertação em Engenharia do Ambiente**

Elaborado no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente  
na especialidade de Avaliação e Gestão Ambiental

**Faro, Setembro de 2011**



**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**Faculdade de Ciências e Tecnologia**

*Indicadores de Risco Ambiental para  
a Indústria Portuguesa*

**Dissertação em Engenharia do Ambiente**

Elaborado no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente  
na especialidade de Avaliação e Gestão Ambiental

**Autor:** Inês de Almeida Mendes

**Orientação:** Professor Doutor Luís Nunes

**Faro, Setembro de 2011**



O conteúdo deste trabalho é da exclusiva responsabilidade da autora.

---

(Inês Mendes)



## AGRADECIMENTOS

A dissertação apresentada é o resultado de um desafio interessante e motivador lançado pelo Professor Dr. Luís Nunes que assume o papel de meu orientador, e a quem eu agradeço pela sua orientação, disponibilidade, apoio e ajuda constante ao longo de toda a dissertação.

Agradeço às pessoas mais especiais e importantes para mim, o meu pai Fernando Dantas Mendes, a minha mãe Manuela Mendes e o meu irmão Pedro Mendes, por todo o apoio, motivação, carinho e incentivo que sempre depositaram em mim ao longo deste percurso académico e pela compreensão de tantas ausências sentidas.

Agradeço ao meu namorado Rui por todo o apoio, carinho, força e paciência que sempre me deu ao longo de toda a dissertação, especialmente nos momentos mais difíceis.

Agradeço também a todos os meus amigos e colegas pelo companheirismo e amizade demonstrada ao longo dos anos. Em especial aos mais próximos pelo apoio, motivação, e palavras de incentivo que tanto me ajudaram nesta fase.

A todos um muito **obrigada!**



## RESUMO

O desenvolvimento mundial originou um aumento de produtividade por parte da indústria, o que levou à introdução de grandes quantidades de produtos químicos no ambiente, através de efluentes líquidos, resíduos sólidos, e emissões gasosas.

Quando existe a possibilidade de que exposição a substâncias químicas possa causar dano ambiental é necessário e aconselhável recorrer a uma Avaliação de Risco. Esta envolve uma avaliação de risco que abrange a identificação do perigo, determinação da relação dose-resposta, estimação da exposição e caracterização do risco; uma gestão de risco e uma comunicação de risco. Os regulamentos ambientais e algumas normas de saúde foram baseados em avaliações de risco para a saúde.

A presente dissertação tem como objectivo principal adaptar o método RSEI a potenciais riscos ambientais prejudiciais à saúde humana, cancerígenos e não-cancerígenos, provenientes de indústrias em Portugal, em particular os distritos de Setúbal, Portalegre, Beja, Évora e Faro, compatibilizando fontes de informações e métodos. Este modelo, utilizado nos EUA, foi realizado com intuito de informar as populações dos potenciais riscos adversos para a saúde que as emissões causam e proporciona uma importante ferramenta para medir tendências gerais em relação a impactos relacionados com o risco para uma melhoria da qualidade ambiental ao longo do tempo.

Os resultados do estudo indicam que o distrito de Setúbal é o mais afectado pelas emissões tanto a nível de risco cancerígeno como de risco não-cancerígeno. Destacam-se os concelhos de Sines e de Setúbal, com valores de risco total elevados. O distrito de Faro também é dos mais afectados mas apenas para o risco não-cancerígeno, destacando-se o concelho de Portimão. No entanto os concelhos mencionados não apresentam valores de risco superiores aos valores de referência, cancerígeno e não-cancerígeno. As rotas de exposição humana mais elevadas são por inalação e por ingestão de água.

**Palavras-chave:** Avaliação de Risco, Indicadores de Risco, Modelo RSEI, Emissões, Risco cancerígeno, Risco não-cancerígeno.



# ABSTRACT

The worldwide development led to an increase in productivity by industry, which led to the introduction of large amounts of chemicals in the environment through wastewater, solid waste and gaseous emissions.

When there is the possibility that exposure to chemicals can cause environmental damage is necessary and advisable to use a Risk Assessment. This involves a risk assessment that covers hazard identification, determination of dose-response relationship, exposure estimation and risk characterization, risk management and communication. Environmental regulations and some health standards were based on risk assessments to health.

This dissertation's main goal is to adapt the RSEI method to potential environmental risks harmful to human health, cancer and non-cancer, from Portuguese industries, in particular at Setúbal, Portalegre, Beja, Évora and Faro districts, matching information sources and methods. This model, used in the U.S., was performed in order to advise people about potential adverse health risks that emissions cause and provides an important tool for trends measuring in relation to impacts related to the risk to an improvement of environmental quality over time.

The study results, indicate that the Setúbal district is the most affected by both risk emissions, carcinogenic and non-carcinogenic. Highlights the counties of Sines and Setúbal with high total risk values. The district of Faro is also one of the most affected, but only for non-carcinogenic risk, especially the county of Portimão. However, the mentioned counties don't show risk values above the reference values for both, non-carcinogenic and carcinogenic. The main routes of human exposure are by inhalation and ingestion of water.

**Keywords:** Risk Assessment, Risk Indicators, Model RSEI, Emissions, Carcinogenic risk, Non-Carcinogenic risk.



# ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	Considerações Gerais.....	1
1.2.	Objectivos .....	2
1.3.	Organização da Dissertação.....	3
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1.	Modelos de Risco Ambiental.....	5
2.2.	Avaliação de Risco na Saúde.....	7
2.2.1.	Identificação do perigo .....	11
2.2.2.	Avaliação da Exposição.....	41
2.2.3.	Exposição, Ingestão, Absorção e Dose.....	43
2.2.4.	Relação entre a Exposição e a Dose .....	44
2.2.5.	Medição da Dose .....	45
2.2.6.	Caracterização do Risco .....	46
3.	ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO .....	49
4.	METODOLOGIA.....	53
4.1.	Estrutura metodológica .....	53
4.2.	Método RSEI adaptado.....	54
4.2.1.	Emissões .....	54
4.2.2.	Estimativa das concentrações ambientais.....	57
4.2.2.1.	Modelos de Fugacidade.....	59
4.2.3.	Caracterização do Risco .....	61
5.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	65
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
6.1.	Estrutura do Capítulo .....	69

6.2.	Quantificação das emissões.....	71
6.3.	Estimativa das concentrações ambientais.....	79
6.3.1.	Modelo utilizado .....	79
6.3.2.	Estimativa da exposição ambiental.....	83
6.4.	Resultados da Quantificação do Risco Cancerígeno.....	85
6.4.1.	Análise por substância .....	85
6.4.2.	Análise por distrito e concelho.....	93
6.5.	Resultados da Quantificação de Risco Não-Cancerígeno .....	99
6.5.1.	Análise por substância .....	99
6.5.2.	Análise por distrito e concelho.....	107
6.6.	Análise Crítica dos Resultados Obtidos .....	115
7.	CONCLUSÕES .....	129
7.1.	Considerações Finais.....	129
7.2.	Limitações do Estudo .....	132
7.3.	Linhas Futuras de Pesquisa .....	133
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
	ANEXO A.....	147
	ANEXO B.....	151
	ANEXO C.....	245
	ANEXO D.....	263
	ANEXO E.....	267

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de avaliação de risco da NAS (Fonte: NAS, 1983). .....	9
Figura 2. Principais rotas de exposição humana a substâncias químicas (Fonte: CRQ IV, 2006). .....	43
Figura 3. Fluxograma da estrutura metodológica utilizada na presente dissertação .....	53
Figura 4. Fluxograma da estrutura dos resultados utilizada na presente dissertação. ....	70
Figura 5. Modelo EQC – Interface para carregamento das propriedades químicas. ....	80
Figura 7. Modelo EQC - Emissões. ....	82
Figura 6. Modelo EQC - Velocidade de transporte. ....	82
Figura 8. Risco cancerígeno - distrito de Setúbal. ....	117
Figura 9. Risco cancerígeno - distrito de Évora. ....	118
Figura 10. Risco cancerígeno - distrito de Beja. ....	119
Figura 11. Quociente de risco não-cancerígeno - distrito de Setúbal. ....	122
Figura 12. Quociente de risco não-cancerígeno - distrito de Évora. ....	124
Figura 13. Quociente de risco não-cancerígeno - distrito de Beja. ....	125
Figura 14. Quociente de risco não-cancerígeno - distrito de Faro. ....	127

# ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Distrito de Setúbal (adaptado de INE, 2011). .....	65
Tabela 2. Distrito de Portalegre (adaptado de INE, 2011). .....	66
Tabela 3. Distrito de Évora (adaptado de INE, 2011). .....	66
Tabela 4. Distrito de Beja (adaptado de INE, 2011). .....	67
Tabela 5. Distrito de Faro (adaptado de INE, 2011). .....	67
Tabela 6. Quantificação de emissões para o ar de cada concelho, para o distrito de Setúbal (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	71
Tabela 7. Quantificação de emissões para o ar de cada concelho, para o distrito de Beja (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	73
Tabela 8. Quantificação de emissões para o ar de cada concelho, para o distrito de Portalegre (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	73
Tabela 9. Quantificação de emissões para o ar de cada concelho, para o distrito de Évora (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	74
Tabela 10. Quantificação de emissões para o ar de cada concelho, para o distrito de Faro (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	74
Tabela 11. Quantificação de emissões para a água de cada concelho, para o distrito de Setúbal (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	75
Tabela 12. Quantificação de emissões para a água de cada concelho, para o distrito de Beja (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	76
Tabela 13. Quantificação de emissões para a água de cada concelho, para o distrito de Évora (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	76
Tabela 14. Quantificação de emissões para a água de cada concelho, para o distrito de Faro (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	76
Tabela 15. Quantificação de emissões para o solo de cada concelho, para o distrito de Setúbal (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	77
Tabela 16. Quantificação de emissões para o solo de cada concelho, para o distrito de Beja (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	78

Tabela 17. Quantificação de emissões para o solo de cada concelho, para o distrito de Évora (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	78
Tabela 18. Quantificação de emissões para o solo de cada concelho, para o distrito de Faro (em kg/ano), referente ao ano de 2008. ....	78
Tabela 19. Taxas de exposição (IR) para seres humanos adultos (adaptado de Mackay, 2001). ....	84
Tabela 20. Quantificação do Risco Cancerígeno do Arsénio, para as diferentes rotas de exposição. ....	85
Tabela 21. Quantificação do Risco Cancerígeno do Benzeno, para as diferentes rotas de exposição. ....	86
Tabela 22. Quantificação do Risco Cancerígeno do Cádmio, para as diferentes rotas de exposição. ....	87
Tabela 23. Quantificação do Risco Cancerígeno do Chumbo, para as diferentes rotas de exposição. ....	88
Tabela 24. Quantificação do Risco Cancerígeno do Crómio, para as diferentes rotas de exposição. ....	89
Tabela 25. Quantificação do Risco Cancerígeno do Naftaleno, para as diferentes rotas de exposição. ....	90
Tabela 26. Quantificação do Risco Cancerígeno do Níquel, para as diferentes rotas de exposição. ....	91
Tabela 27. Quantificação do Risco Cancerígeno do Pentaclorofenol, para as diferentes rotas de exposição. ....	92
Tabela 28. Quantificação do Risco Cancerígeno do Triclorometano, para as diferentes rotas de exposição. ....	93
Tabela 29. Risco Cancerígeno total no distrito de Setúbal. ....	94
Tabela 30. Risco Cancerígeno total no distrito de Évora. ....	96
Tabela 31. Risco Cancerígeno total no distrito de Beja. ....	97
Tabela 32. Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Cobre, para as diferentes rotas de exposição. ....	99

Tabela 33. Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Fenol, para as diferentes rotas de exposição. ....	101
Tabela 34. Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno dos Fluoretos, para as diferentes rotas de exposição. ....	102
Tabela 35. Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno dos Fósforo, para as diferentes rotas de exposição. ....	103
Tabela 36. Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Mercúrio, para as diferentes rotas de exposição. ....	104
Tabela 37. Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Simazina, para as diferentes rotas de exposição. ....	105
Tabela 38. Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Triclorobenzeno, para as diferentes rotas de exposição. ....	106
Tabela 39. Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Zinco, para as diferentes rotas de exposição. ....	106
Tabela 40. Quociente de risco não-cancerígeno total no distrito de Setúbal. ....	108
Tabela 41. Quociente de risco não-cancerígeno total no distrito de Évora. ....	111
Tabela 42. Quociente de risco não-cancerígeno total no distrito de Beja. ....	112
Tabela 43. Quociente de risco não-cancerígeno total no distrito de Faro. ....	113

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Risco cancerígeno total .....	120
Gráfico 2. Quociente de risco não-cancerígeno total .....	128



## **SIGLAS E ABREVIATURAS**

<b>APA</b>	Agência Portuguesa do Ambiente
<b>CSF</b>	<i>Cancer Slope Factor</i>
<b>DHHS</b>	<i>Department of Health and Human Services</i>
<b>DNA</b>	<i>Deoxyribonucleic acid</i>
<b>EEA</b>	<i>European Environment Agency</i>
<b>EPER</b>	Registo Europeu de Poluentes
<b>E-PRTR</b>	<i>European Pollutant Release and Transfer Register</i>
<b>EQC</b>	<i>Equilibrium Criterion</i>
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>GIS</b>	<i>Geographic Information System</i>
<b>IARC</b>	<i>International Agency for Research on Cancer</i>
<b>LADD</b>	<i>Lifetime Daily Dose</i>
<b>LOAEL</b>	<i>lowest-observable-adverse-effect level</i>
<b>NAS</b>	<i>National Academy of Sciences</i>
<b>NOAEL</b>	<i>no-observable-adverse-effect level</i>
<b>OCDE</b>	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
<b>OEHHA</b>	<i>Office of Environmental Health Hazard Assessment</i>
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>PCIP</b>	Prevenção e Controlo Integrado da Poluição
<b>RfC</b>	Concentração de Referência
<b>RfD</b>	Dose de Referência

<b>RNA</b>	<i>Ribonucleic acid</i>
<b>RSEI</b>	<i>Risk-Screening Environmental Indicators</i>
<b>UNECE</b>	<i>United Nations Economic Commission for Europe</i>
<b>USEPA</b>	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
<b>WHO</b>	<i>World Health Organization</i>
<b>WOE</b>	<i>Weight-of-evidence</i>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Considerações Gerais

Com a enorme globalização e desenvolvimento mundial, as indústrias começaram a produzir cada vez mais para suprir o aumento da procura de produtos por parte dos seres humanos. No entanto, quanto mais elevada é a produção de produtos por parte das indústrias, maior é a geração de subprodutos indesejáveis, tais como efluentes, resíduos sólidos e emissões de gases e material particulado.

As ciências toxicológicas e epidemiológicas cresceram em resposta à necessidade de se compreender como é que novas substâncias podem afectar a saúde da população exposta, devido às aplicações industriais que levaram à introdução de dezenas de milhares de produtos químicos no ambiente (Rodricks, 2007).

Os produtos químicos fornecem matérias-primas para as indústrias químicas modernas e são importantes para o funcionamento das sociedades industrializadas. Os produtos químicos industriais são amplamente utilizados, por exemplo como solventes, colas, tintas e plásticos (Smrcek & Zeeman, 1998).

Os indicadores ambientais são importantes ferramentas de gestão que possibilitam avaliar a implantação das medidas mitigadoras e de programas ambientais, permitindo a melhoria do desempenho da actividade de acordo com as melhores práticas ambientais e legislação (Rodrigues & Filho, 2008).

Na presente dissertação adaptar-se-á o modelo RSEI (*Risk-Screening Environmental Indicators*), às indústrias portuguesas. Os Indicadores de Risco Ambiental funcionam como uma ferramenta que avalia o impacto potencial de emissões de produtos químicos industriais, com base nos perigos e riscos respectivos. O modelo RSEI utiliza conceitos de risco acessíveis e rápidos poupando tempo e recursos, sendo especialmente útil para analisar as tendências, classificar e estabelecer prioridades tanto nos produtos químicos como em sectores da indústria, para um planeamento estratégico, entre outros fins (USEPA, 2010).

Este modelo utiliza dados de emissões de produtos químicos para investigar e avaliar potenciais impactos para a saúde e para o ambiente, pressupondo que todos os produtos químicos são tóxicos e que o ser humano está exposto às suas emissões (USEPA, 2010).

O modelo RSEI considera as seguintes informações: a quantidade de substância química libertada por cada indústria e por cada rota de exposição (ar, água e solo), a toxicidade do químico e o número de pessoas afectadas pela exposição. Esta informação é usada para conceber valores numéricos que podem ser adicionados e comparados de maneira ilimitada para avaliar o risco relativo de produtos químicos, instalações, regiões, sectores, e muitos outros factores (USEPA, 2010).

Este modelo oferece a capacidade de analisar a contribuição relativa de sectores químicos e industriais em impactos na saúde humana e os resultados servem como uma base de análise para a definição de prioridades de risco ambiental, prevenção da poluição, iniciativas de regulamentação, orientação da execução e ensaios químicos. Fornece uma valiosa ferramenta para medir tendências gerais em relação a impactos relacionados com os riscos dos produtos químicos, como uma indicação de melhoria da qualidade ambiental ao longo do tempo (USEPA, 2010).

## 1.2. Objectivos

A presente dissertação tem como principal objectivo adaptar o método de RSEI a potenciais riscos ambientais, provenientes de indústrias em Portugal, especificamente nos distritos de Setúbal, Portalegre, Beja, Évora e Faro, e compatibilizar fontes de informações e métodos. Para este efeito é necessário analisar os factores que podem resultar em riscos para a saúde das populações. Os objectivos específicos da presente dissertação são:

- Identificar as quantidades de emissões de um conjunto de substâncias químicas para os diferentes meios (ar, água e solo), provenientes de todas as indústrias de cada concelho dos cinco distritos estudados.
- Analisar o grau de perigosidade de cada substância química analisada;
- Quantificar o tamanho da população exposta em cada local de emissão;
- Avaliar o impacto potencial das emissões industriais com base nos perigos e riscos.

### **1.3. Organização da Dissertação**

A presente dissertação encontra-se organizada em mais seis capítulos. O segundo capítulo é dedicado à revisão bibliográfica, onde se revêem modelos de risco ambiental, nomeadamente quanto à avaliação de risco na Saúde. O terceiro capítulo aborda o enquadramento legislativo referente à avaliação de risco, registo de emissões e regime de prevenção e controlo integrado da poluição. O quarto capítulo refere-se à metodologia da dissertação, adaptada do modelo RSEI. O quinto capítulo menciona a caracterização da área de estudo, indicando a população residente e os dados referentes aos concelhos estudados. No sexto capítulo são discutidos os resultados obtidos. O último capítulo é referente às conclusões do estudo, suas limitações e linhas futuras de pesquisa.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Modelos de Risco Ambiental

Os indicadores ambientais, de acordo com a classificação da OCDE (1993), podem ser organizados pelo modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) que refere que as actividades humanas produzem pressões que podem perturbar o estado do ambiente, isto leva a que a sociedade apresente respostas a esses problemas. Este modelo estabelece três grupos de indicadores: Indicadores de Pressão – caracterizam as pressões sobre os sistemas ambientais; Estado – reflectem a qualidade do ambiente num dado horizonte de espaço/tempo e Resposta – avaliam as respostas da sociedade às alterações e preocupações ambientais e à implementação de medidas (DGA, 2000).

A Agência Europeia do Ambiente (EEA) propõe o modelo DPSIR (*Driving forces, pressures, states, impacts and responses*), dirigido para analisar problemas ambientais. Este modelo consiste nas Actividades Humanas (ex. indústria e transportes) que produzem Pressões no ambiente (ex. emissões de contaminantes) degradando o Estado do Ambiente (ex. ar, água e solo), onde poderá originar-se Impactes (ex. saúde humana), levando a que a sociedade apresente Respostas através de medidas políticas (ex. normas legais, taxas e produção de informação) (EEA, 2003 e Kristensen, 2004).

Parcerias entre organizações de diferentes Estados Membros da União Europeia, iniciadas em Janeiro de 2002, criaram o projecto ARAMIS (*Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the framework of Seveso II directive*) que tem como objectivo geral criar uma nova metodologia de avaliação de riscos acidentais para as indústrias, combinando os pontos fortes de diferentes métodos actualmente em uso de avaliação de risco em países europeus (ARAMIS, 2003 e ARAMIS, 2004).

A metodologia propõe caracterizar o risco através de um índice de risco integrado composto por parâmetros independentes relacionados com a avaliação da gravidade de cenários, a eficácia da gestão de prevenção e a estimacão da vulnerabilidade ambiental, no âmbito da directiva Seveso II. Estabeleceu-se um parâmetro que permite a avaliação da gravidade dos cenários tendo em conta apenas os efeitos, intitulado Índice de Severidade e estabeleceu-se um Índice de Vulnerabilidade baseado na combinação linear da vulnerabilidade de diferentes tipos de alvos (humanos, ambientais e materiais), a diferentes efeitos físicos, e desenvolvida

uma ferramenta GIS para a construção de mapas de vulnerabilidade (ARAMIS, 2003 e ARAMIS, 2004).

O ARAMIS é dividido em seis etapas principais: identificação de riscos acidentais graves; identificação de barreiras de segurança e avaliação do seu desempenho; avaliação da eficiência de gestão de segurança para barreiras de confiança; identificação de cenários de acidentes de referência; avaliação e mapeamento da gravidade de risco de cenários de referência; e avaliação e mapeamento da vulnerabilidade da planta ambiente (ARAMIS, 2004).

O modelo EAI (*Environment-Accident Index*) é uma ferramenta de avaliação que combina as propriedades dos produtos químicos (por ex. toxicidade, densidade e volatilidade) com propriedades específicas do local. Foi formulado como uma equação simples, para facilitar e aumentar a sua aplicabilidade. O objectivo do EAI é fornecer uma ferramenta simples e rápida para guiar na identificação e classificação de cenários de acidente químico num processo de planeamento. É baseado em variáveis químicas como as condições do solo e águas subterrâneas e é composto por três componentes, tais como a toxicidade aguda para organismos vivos em água, quantidade armazenada ou transportada do produto químico e factores que afectam a propagação do produto químico (viscosidade ou consistência, solubilidade em água do produto e o potencial de penetração no solo/mobilidade em águas subterrâneas) (Andersson, 2004).

O Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 18 de Dezembro de 2006 relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição de substâncias químicas (REACH), cria a Agência Europeia das Substâncias Químicas com o objectivo de “assegurar um elevado nível de protecção da saúde humana e do ambiente, incluindo a promoção do desenvolvimento de métodos alternativos de avaliação de risco de substâncias, e garantir a livre circulação das substâncias no mercado interno, reforçando simultaneamente a competitividade e a inovação”, estabelece o incentivo e a garantia “ (...) que as substâncias que suscitam grande preocupação, sejam, a prazo, substituídas por substâncias ou tecnologias menos perigosas sempre que existam alternativas adequadas económica e tecnicamente viáveis (...)”. Este regulamento considera que as substâncias químicas sejam produzidas e utilizadas de forma a minimizar os efeitos adversos significativos para a saúde humana e ambiente até ao ano de 2020, de acordo com o plano de

implementação adoptado em 2002 na Cimeira Mundial de Joanesburgo sobre o Desenvolvimento Sustentável.

O Decreto-Lei n.º293/2009, de 13 de Outubro assegura a execução na ordem jurídica interna das obrigações decorrentes do Regulamento (CE) n.º 1907/2006, do Parlamento Europeu e do Conselho de 18 de Dezembro anteriormente referido.

De seguida refere-se duas normas internacionais (ISO – *International Organization for Standardization*) relacionadas com o tema da presente dissertação, a ISO 31000 e a ISO 31010.

A ISO 31000 é uma Norma Internacional que fornece princípios e orientações gerais sobre gestão de risco. Esta norma não é específica para qualquer sector ou indústria, pode ser utilizada por qualquer empresa pública, privada ou comunitária, associação, grupo ou indivíduo. Pode ser aplicada a qualquer tipo de risco, qualquer que seja a sua natureza e pretende que seja utilizada para harmonizar processos de gestão de risco em normas existentes e futuras.

A ISO 31010 é uma Norma Internacional de apoio à ISO 31000 e fornece orientação sobre a selecção e a aplicação de técnicas sistemáticas para avaliação de risco. A avaliação de risco efectuada de acordo com esta norma contribui para outras actividades de gestão de risco. Esta norma não prevê critérios específicos para identificar a necessidade de análise de risco, nem especifica o tipo de método de análise de risco necessário.

## **2.2. Avaliação de Risco na Saúde**

A Avaliação de Risco é um processo utilizado para avaliar os impactes num organismo, sistema ou população quando estes são expostos ambientalmente a substâncias ou energia (Cunha & Nunes, 2011). A análise de risco é um processo em duas fases: Avaliação do risco (qualificação e quantificação) e tomada de decisões baseadas numa gestão de risco. Este processo envolve a comunicação entre os envolvidos no processo, destacando principalmente a potencial exposição ao risco (Frantzen & Ackerman, 2002).

Na Avaliação de Risco os investigadores identificam os perigos, determinam a relação dose-resposta e estimam as exposições reais ou projectadas. Estas análises conduzem a uma estimativa do risco global para uma população em geral ou para grupos-alvo. (Frantzen &

Ackerman, 2002 e Williams et al, 2002). Baseado em experiências passadas e em contextos sociais e políticos, os métodos de avaliação de risco podem variar de país para país e de organização para organização, mesmo que a definição de avaliação de risco seja similar em todas elas. A avaliação do risco tem sido vista como uma base racional e objectiva para a determinação de prioridades e tomada de decisões na política ambiental (Cunha & Nunes, 2011).

Na Gestão de risco os especialistas desenvolvem opções para limitar o risco estimado, tendo em conta factores políticos, sociais, económicos e simultaneamente considerações técnicas (Frantzen & Ackerman, 2002 e Williams et al, 2002). A gestão de risco é um processo de tomada de decisões e acções que envolve a avaliação de risco, o controlo das emissões e de exposições e a monitorização de riscos (Ricci, 2006).

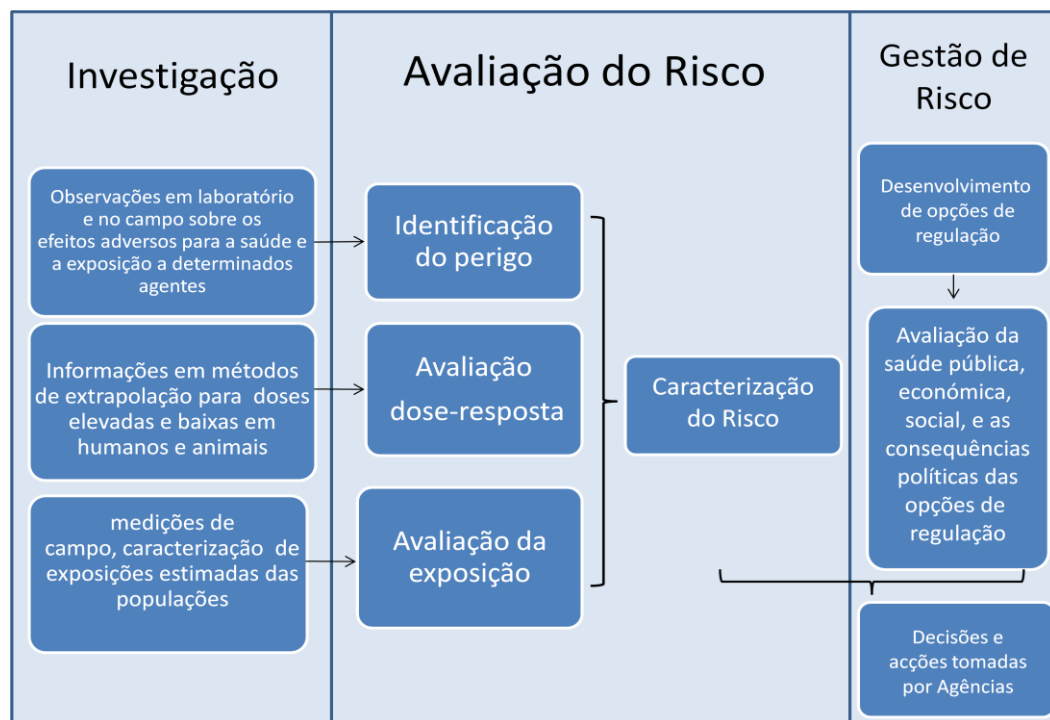
A Comunicação do risco é a comunicação eficaz dos riscos ao público. Ajuda a garantir que as decisões políticas são amplamente aceites (Frantzen & Ackerman, 2002 e Williams et al, 2002). A comunicação do risco é uma troca interactiva de informações sobre a natureza, magnitude, significado ou controle do risco (saúde e ambiente) entre avaliadores, gestores, grupos interessados e público em geral (Covello, 1998).

Os modelos de risco podem ser classificados como ecológicos, de saúde e ambientais. O modelo ecológico é específico sobre espécies e ecossistemas; o modelo de saúde concentra-se nos efeitos de risco sobre a saúde humana; e o modelo ambiental inclui tanto os aspectos ecológicos como os de saúde. Os modelos que dão origem a todos os outros modelos de avaliação de risco humano e ambiental são o modelo de avaliação quantitativa do risco (QRA) e o modelo proposto pela *National Academy of Sciences* (NAS) (NAS, 1983).

Em 1983, nos Estados Unidos, a NAS realizou um estudo onde ligou a investigação, a avaliação de risco e gestão de risco, e os recursos científicos e políticos de cada um, atribuindo o nome de “*Red Book – Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*”. A NAS desenvolveu um modelo de risco químico para a saúde humana, fornecendo a base para outros métodos. Este modelo está na base da legislação nos Estados Unidos e na União Europeia (NAS, 1983 e Rodricks, 2007).

Este modelo de avaliação de risco abrange quatro etapas: identificação do perigo, avaliação da dose-resposta, avaliação da exposição e caracterização do risco (Paustenbach, 2002; Whysner, 2005 e Zakrzewski, 2002). A Figura 1 mostra a ligação entre essas etapas, a investigação

necessária para cumprir os seus objectivos e as acções de gestão de risco (NAS, 1983 e Rodricks, 2007).



**Figura 1.** Modelo de avaliação de risco da NAS (Fonte: NAS, 1983).

A identificação do perigo determina se existe uma causa potencial de preocupação sobre a exposição humana a um agente, os investigadores normalmente recorrem a testes com o agente para determinar se este verifica efeitos cancerígenos ou efeitos nocivos em animais de laboratório. A avaliação dose-resposta caracteriza a relação entre a dose do contaminante adquirido e os efeitos adversos na saúde. Envolve a avaliação quantitativa de dados de toxicidade para determinar a provável incidência dos efeitos nos seres humanos. A avaliação da exposição é uma medição ou estimativa de quantas vezes os seres humanos estão expostos a agentes, a duração e intensidade da exposição. A caracterização do risco é a etapa final do processo de avaliação de risco e combina a identificação do perigo, a exposição e a avaliação dose-resposta para determinar e comunicar a probabilidade real do risco para populações expostas e estimar os impactos para a saúde (Whysner, 2005 e Felter et al, 1998).

A Avaliação de Risco na Saúde é um processo onde são avaliados estudos de toxicologia em animais e epidemiologia humana. Uma fórmula matemática é aplicada para prever respostas em doses baixas e são utilizadas informações sobre o grau de exposição, prevendo quantitativamente a probabilidade que uma determinada resposta adversa causa em populações humanas específicas (Paustenbach, 2002).

A epidemiologia compreende a causalidade da doença em humanos, proporcionando uma base para avaliar e descrever os riscos na população humana. Estudos epidemiológicos fornecem informações baseadas em níveis reais de exposição humana. Estes estudos têm fornecido avanços significativos na avaliação do risco ambiental na saúde: aumento da vigilância dos riscos e das doenças em populações humanas; um desenvolvimento de biomarcadores de susceptibilidade, exposição e doença; e um crescente reconhecimento do papel complementar da toxicologia e da epidemiologia na avaliação dos riscos para a saúde humana (Rodricks & Burke, 1998 e Cerhan, 2005).

Os estudos epidemiológicos fornecem evidências definitivas de carcinogenicidade em humanos. Alguns estudos epidemiológicos e experimentais apontam que vários agentes podem actuar em diferentes fases do processo carcinogénico, provavelmente por mecanismos diferentes (WHO, 1987).

As avaliações de risco realizadas actualmente fornecem estimativas de riscos mais precisas do que no passado, devido a uma maior compreensão, disponibilidade computacional e melhores métodos quantitativos para previsão de respostas a baixas doses. Desde 1980, os regulamentos ambientais e algumas normas de saúde foram baseadas em avaliações de risco para a saúde. Estes incluíam padrões de resíduos de pesticidas nas culturas, em água potável, no ar ambiente e em aditivos alimentares, bem como – a exposição a contaminantes presentes no ar interior, produtos de consumo, entre outros. Os gestores de risco cada vez mais, dependem de uma avaliação de risco para decidir se estes são significantes ou não, e para determinar quais as medidas de controlo que devem ser tomadas. Uma tarefa importante porque, por exemplo, mais de 400 dos cerca de 2000 químicos usados rotineiramente na indústria tem características cancerígenas (Paustenbach, 2002 e Pittinger et al, 1998).

Existem imensos usos possíveis dos resultados de uma avaliação de risco, por exemplo, para orientar as decisões e auxiliar na identificação das prioridades de saúde pública, fornecer informações às empresas sobre possíveis perigos associados às suas instalações e aos seus produtos, e ajudar a estabelecer agendas de pesquisa ambiental (Rodricks & Burke, 1998).

### 2.2.1. Identificação do perigo

A identificação do perigo consiste na caracterização das substâncias emitidas para o ar, água e solo, estudadas na presente dissertação.

Para se avaliar se um produto químico é um potencial tóxico para os seres humanos é necessário usar várias informações, como dados epidemiológicos, dados de estudos de toxicidade aguda e crônica em animais de laboratório e testes de toxicidade *in vitro*. Todos estes dados em simultâneo criam evidências sobre o potencial de produtos tóxicos que causam efeitos adversos à saúde nos seres humanos (USEPA, 2010).

Com base no conjunto de dados supracitado, é atribuída uma classificação de “peso” a cada químico – *weight-of-evidence* (WOE). Esta classificação indica se a substância química causa um efeito na saúde em geral ou especificamente na saúde dos seres humanos (USEPA, 2010).

O sistema WOE para efeitos cancerígenos baseia-se em definições de 1986 da EPA - Directrizes para a Avaliação de Risco Cancerígeno, estas estão relacionadas com o potencial cancerígeno de uma substância química em seres humanos. As Directrizes definem seis categorias WOE (USEPA, 2010):

**Categoria A:** Cancerígeno para seres humanos. Existem provas suficientes em estudos epidemiológicos para suportar uma relação entre a exposição da substância e o efeito cancerígeno.

**Categoria B1:** Provável carcinogénico humano. Existem evidências limitadas de estudos epidemiológicos e dados suficientes em animais de laboratório.

**Categoria B2:** Provável carcinogénico humano. Existem provas suficientes em estudos em animais de laboratório mas os dados epidemiológicos são inadequados ou nenhuns.

**Categoria C:** Possível carcinogénico humano. Existem evidências limitadas de carcinogenicidade em animais e ausência de provas ou dados em seres humanos.

**Categoria D:** Não classificável quanto à carcinogenicidade humana. Existem evidências inadequadas ou nenhuns dados de carcinogenicidade em seres humanos e animais.

**Categoria E:** Evidencia de não carcinogenicidade humana. Não existem evidências de carcinogenicidade em pelo menos dois testes efectuados em diferentes espécies de

animais de laboratório, juntamente com nenhuma evidência ou dados em estudos epidemiológicos.

O sistema utilizado para a classificação de substâncias químicas quanto à sua carcinogenicidade provém também da IARC (*International Agency for Research on Cancer*), que faz parte da WHO (*World Health Organization* – Organização Mundial de Saúde) e apresenta 5 grupos (WHO, 1987 e Rice, 2005):

**Grupo 1:** Cancerígeno para seres humanos. Esta categoria é utilizada apenas quando existem provas suficientes de carcinogenicidade em humanos.

**Grupo 2A:** Provavelmente cancerígeno para seres humanos. Esta categoria é utilizada quando existem evidências limitadas de carcinogenicidade em humanos e evidências suficientes em animais de laboratório.

**Grupo 2B:** Possivelmente cancerígeno para os seres humanos. Esta categoria é geralmente utilizada quando existem evidências limitadas de carcinogenicidade em humanos e ausência de evidências em animais de laboratório. Também pode ser usado quando existem evidências inadequadas de carcinogenicidade em seres humanos e provas suficientes de carcinogenicidade em animais de laboratório.

**Grupo 3:** Não é classificável quanto à sua carcinogenicidade para seres humanos. Esta categoria é utilizada quando existem evidências inadequadas em humanos e evidências insuficientes em animais de laboratório.

**Grupo 4:** É provável não ser cancerígeno para humanos. Esta categoria é utilizada quando há ausência de evidências em seres humanos e em animais de laboratório.

As substâncias estudadas na presente dissertação são: a Amónia (NH<sub>3</sub>), Arsénio e os seus compostos (expresso em As), Azoto total (N), Benzeno, Cádmi e os seus compostos (expresso em Cd), Chumbo e os seus compostos (expresso em Pb), Cloretos (expresso em Cl total), Cobre e os seus compostos (expresso em Cu), Crómio e os seus compostos (expresso em Cr), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Fenol, Fluoretos (expresso em F total), Fósforo total (P), Hexabromobifenilo, Mercúrio e os seus compostos (expresso em Hg), Metano (CH<sub>4</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Naftaleno, Níquel e os seus compostos (expresso em Ni), Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Pentaclorofenol, Simazina,

Triclorobenzeno (todos os isómeros), Triclorometano e o Zinco e os seus compostos (expresso em Zn).

A caracterização de cada produto químico realizada abaixo irá focar-se na identificação da substância, qual a sua utilização e em que meios ela se propaga, ar, água e solo. Referir-se-ão também os efeitos que a substância produz na saúde dos seres humanos e caso hajam efeitos cancerígenos, qual a sua classificação da USEPA e/ou da IARC.

Algumas substâncias acima mencionadas não serão estudadas posteriormente ao longo da dissertação porque os seus perigos são irrelevantes para a saúde pública, no entanto serão caracterizadas porque fazem parte de um conjunto de dados disponíveis.

### Amónia

A amónia é uma substância química feita pela natureza e pelo ser humano. A quantidade de amónia produzida a cada ano pelo ser humano é quase igual á quantidade produzida pela natureza. A amónia é um gás incolor e com um odor muito forte. O gás de amónia ou anidro pode ser comprimido e tornar-se um liquido sob pressão. O odor da amónia é conhecido para a maioria das pessoas, porque a amónia é utilizada em sais de cheiro e produtos de limpeza (USDHHS, 2004).

A amónia dissolve-se facilmente na água, nesta a maioria das mudanças da amónia para a forma iónica de amónio é conhecida como iões de amónio. Em poços, rios, lagos e solos húmidos, a forma de amónio é a mais comum (USDHHS, 2004).

A amónia é muito importante para as plantas, animais e para a vida humana. É encontrada na água, solo e ar, e é uma fonte de azoto muito necessária para as plantas e animais. A maior parte da amónia no ambiente provém de plantas e animais mortos e estrume de animais. É usada como fertilizante 80% da amónia produzida, um terço desta é aplicado no solo como amónia pura e o restante é para produzir outros fertilizantes que contém compostos de amónio, geralmente sais de amónio. Estes fertilizantes são utilizados para fornecer azoto às plantas. A amónia também é usada na fabricação de fibras sintéticas, plásticos e explosivos (USDHHS, 2004).

Como a amónia ocorre naturalmente no ambiente, estamos normalmente expostos a baixos níveis de amónia no ar, solo e água. É comum encontrar a amónia em águas pluviais. Os

níveis de amónia variam ao longo do dia e de estação para estação, sendo mais elevados no Verão e na Primavera (USDHHS, 2004).

A amónia não dura muito tempo no ambiente. No solo ou na água, as plantas e microorganismos rapidamente convertem a amónia. No ar a amónia dura cerca de uma semana. A amónia tem sido encontrada em amostras de ar, solo e água em depósitos de resíduos perigosos (USDHHS, 2004).

A amónia é essencial para os mamíferos no seu DNA, RNA, síntese proteica e é necessária para manter o equilíbrio ácido-base. Os níveis de amónia no sangue de seres humanos saudáveis variam entre 0,7 a 2 mg/L (USDHHS, 2004).

Os efeitos prejudiciais mais importantes na exposição a quantidades excessivas de amónia em seres humanos são devido às suas propriedades irritantes e corrosivos. As exposições ao gás amónia causam queimaduras químicas do sistema respiratório, pele e olhos. A amónia não tem sido avaliada como agente cancerígeno em seres humanos e animais de laboratório (USDHHS, 2004).

### Arsénio

O arsénio é um elemento natural largamente distribuído pela crosta terrestre. É classificado quimicamente como um metalóide, possuindo propriedades de um metal e de um não-metal, mas é frequentemente referido como um metal. O arsénio é encontrado geralmente no ambiente combinado com outros elementos, como oxigénio, o cloro e o enxofre, chamado arsénio inorgânico, e com o carbono e hidrogénio denominado arsénio orgânico. A maioria dos compostos de arsénio inorgânico e orgânico são pós brancos ou incolores que não evaporam e não têm cheiro (USDHHS, 2007a).

O arsénio inorgânico ocorre naturalmente no solo e em muitos tipos de rocha, especialmente em minerais e minérios que contêm cobre ou chumbo, podendo entrar no ar e na água. Actualmente, cerca de 90% de todo o arsénio produzido é utilizado como conservante de madeira para torná-la resistente ao apodrecimento e decomposição. Os compostos de arsénio inorgânico no passado foram utilizados como pesticidas, hoje em dia já não são mais utilizados na agricultura. No entanto os compostos orgânicos de arsénio ainda são usados como pesticidas, principalmente no algodão e como aditivos na alimentação animal (USDHHS, 2007a).

As erupções vulcânicas são outra fonte de arsénio. Este pode entrar no ambiente durante a mineração e fundição desses minérios. O arsénio não pode ser destruído no ambiente, só pode mudar a sua forma, reagindo com o oxigénio ou com outras moléculas presentes no ar, água ou solo, ou pela acção de bactérias que vivem no solo ou no sedimento. O arsénio que está ligado a partículas muito pequenas, pode permanecer no ar por muitos dias e percorrer longas distâncias através do vento, podendo entrar em lagos, rios e águas subterrâneas através da chuva e neve ou através de descargas de resíduos industriais (USDHHS, 2007a).

O arsénio é uma substância tóxica. A maioria dos casos de toxicidade em humanos é devido á exposição a arsénio inorgânico, mas também podem ser expostos a arsénio orgânico que é usado na agricultura e encontrado em peixes e crustáceos. O arsénio orgânico e o arsénio inorgânico apresentam características diferentes de toxicocinética e de efeitos na saúde e por isso são considerados separadamente (USDHHS, 2007a).

Arsénio Inorgânico. A exposição dos seres humanos a locais de resíduos perigosos pode envolver a inalação de poeiras de arsénio do ar, a ingestão da água, alimentos ou solo ou o contacto dérmico com o solo ou água contaminada. Foram relatados casos de aumento de risco de cancro de pulmão, irritação das vias respiratórias, náuseas, efeitos dermatológicos e neurológicos de exposição por inalação. Existem apenas alguns dados quantitativos sobre os efeitos não cancerígenos em humanos expostos ao arsénio inorgânico por inalação (USDHHS, 2007a).

O arsénio é um carcinogénico humano por inalação e por exposição oral. Por inalação os tipos de tumores ocorrem no sistema respiratório, apesar de alguns estudos terem observado um aumento de cancro noutras locais como o fígado, pele e aparelho digestivo. Por exposição oral, os tipos de tumores mais comuns são na pele. Há relatos de casos e estudos epidemiológicos que indicam que a ingestão de arsénio aumenta o risco de tumores internos (principalmente da bexiga e do pulmão, e em menor grau, fígado, rins e próstata) (USDHHS, 2007a).

O DHHS (*Department of Health and Human Services*) concluiu que o arsénio inorgânico é conhecido por ser um agente cancerígeno humano. A IARC apresenta evidências suficientes da relação entre a exposição ao arsénio e o cancro, classificando-o como grupo 1. A EPA classifica o arsénio inorgânico como grupo A (USDHHS, 2007a).

Arsénio Orgânico. Os seres humanos podem ser expostos ao arsénio orgânico através da inalação de poeiras, da ingestão de água contaminada, alimentos, solo ou por via cutânea através de solo contaminado, água ou plantas. Há dados limitados sobre a toxicidade após exposição por inalação nos seres humanos e em animais, não permitindo a identificação de efeitos críticos (USDHHS, 2007a).

Foram relatados três casos de toxicidade por exposição oral em indivíduos que intencionalmente ingeriram pesticidas contendo arsénio orgânico o que provocou irritação gastrointestinal (náuseas, vômitos e diarreia) (USDHHS, 2007a).

### Azoto

O azoto (N) é um gás incolor, insípido, inodoro e pouco solúvel em água. Este gás não é tóxico, é inerte e compreende cerca de 79% de volume do ar, é um constituinte essencial para todos os organismos vivos. Não suporta a combustão e à temperatura ambiente não reage com nenhuma substância. No entanto quando a temperaturas elevadas ele combina-se com o oxigénio para produzir o óxido nítrico (NO), com o hidrogénio para produzir a amónia (NH<sub>3</sub>) entre outras combinações (Carson & Mumford, 2002).

O azoto é distribuído como um gás pressurizado e é utilizado em equipamentos eléctricos e em indústrias químicas e alimentícias. Elevados volumes de azoto atmosférico são transformados em sulfato de amónio e em ácido nítrico para fertilizantes (Carson & Mumford, 2002).

O azoto não é tóxico, mas pode causar asfixia através da diminuição de oxigénio no ar, existem relatos de acidentes industriais. Em elevada exposição de azoto o estado de inconsciência é quase instantâneo e pode ser fatal (Carson & Mumford, 2002).

### Benzeno

O Benzeno é um líquido incolor com um odor doce. Evapora no ar muito rapidamente, dissolve-se ligeiramente na água e é altamente inflamável. O Benzeno é encontrado no ar, água e solo e é proveniente de fontes industriais e naturais (USDHHS, 2007).

Actualmente, o benzeno é produzido a partir do petróleo e tem uma ampla utilização. Várias indústrias utilizam o benzeno para fazer outros produtos químicos, tais como o estireno (para alguns plásticos), cumeno (para várias resinas), e cicloexano (para nylon e fibras sintéticas).

Também é usado na fabricação de alguns tipos de borrachas, lubrificantes, corantes, detergentes, medicamentos e pesticidas (USDHHS, 2007).

A contribuição para a presença de benzeno no ambiente também provém de fontes naturais, tais como as emissões de gases de vulcões e incêndios florestais. O benzeno também está presente no petróleo bruto, na gasolina e no fumo de cigarro (USDHHS, 2007).

Os processos industriais são as principais fontes de benzeno no ambiente. Os níveis de benzeno no ar podem ser elevados devido às emissões da queima de carvão e petróleo, resíduos de benzeno e operações de armazenamento, e evaporação de gasolina em estações de serviços. As descargas industriais, a disposição de produtos que contenham benzeno, e vazamentos de gasolina de tanques de armazenamento subterrâneo libertam benzeno na água e no solo (USDHHS, 2007).

O benzeno na água e no solo decompõe-se muito lentamente e não se acumula em plantas ou animais. Através da água e de superfícies do solo o benzeno pode passar para o ar, onde reage com outros produtos químicos e decompõe-se em poucos dias (USDHHS, 2007).

Estudos epidemiológicos e relatos de casos fornecem claras evidências de uma relação entre a exposição ocupacional do benzeno e de solventes contendo benzeno e a ocorrência de casos cancerígenos, nomeadamente, leucemia mielóide aguda (LMA) (USDHHS, 2007).

Em seres humanos a exposição por inalação de benzeno provoca danos no sistema imunológico, manifestado por diminuição dos níveis de anticorpos e leucócitos nos trabalhadores. Os estudos em animais de laboratório suportam estes resultados. As exposições agudas a vapores de benzeno observaram-se efeitos a nível respiratório. Os efeitos cardiovasculares têm sido sugeridos como causa de morte em exposições fatais de vapores de benzeno. Os efeitos gastrointestinais foram observados em humanos após a exposição por inalação e ingestão de benzeno. Efeitos dérmicos e oculares, incluindo a irritação na pele e queimaduras e irritação dos olhos têm sido relatados após a exposição aos vapores de benzeno. Também os efeitos neurológicos têm sido relatados após a exposição a altos níveis de benzeno (USDHHS, 2007).

A mais forte evidência de casos de mortalidade por leucemia em trabalhadores expostos ao benzeno provém de Ohio (EUA) e China. Estudos mostram um aumento na incidência de leucemia em trabalhadores de fábricas de sapatos e rotogravura, expostos a altos níveis de benzeno durante o seu uso como solvente (USDHHS, 2007).

A EPA, a IARC e o DHHS concluíram que o benzeno é um conhecido agente cancerígeno humano, com base em evidências mostradas na relação entre a exposição ao benzeno e o cancro. A IARC classifica o benzeno no grupo 1 com base em evidências suficientes em seres humanos e animais. A EPA classifica o benzeno na categoria A. Sob as directrizes mais recentes da EPA para a avaliação do risco cancerígeno, o benzeno é caracterizado como um conhecido cancerígeno humano para todas as rotas de exposição com base em evidências convincentes em humanos e estudos de animais. (USDHHS, 2007).

### Cádmio

O cádmio é um metal que se encontra na crosta terrestre, associado com o zinco, chumbo e cobre. O cádmio puro é um metal branco-prateado. O cloreto de cádmio e o sulfato de cádmio são solúveis em água (USDHHS, 2008a).

A maioria do cádmio utilizado nos Estados Unidos é extraído como subproduto durante a produção de outros metais como zinco, chumbo ou cobre e é também recuperado de baterias usadas. O cádmio é usado em baterias, revestimentos e chapeamentos, dispositivos fotovoltaicos, entre outros (USDHHS, 2008a).

O cádmio é emitido para o solo, água e ar por minérios e refinarias de metais não-ferrosos, produção e aplicação de fertilizantes fosfatados, queima de combustíveis fósseis e eliminação e incineração de resíduos. O cádmio pode acumular-se em organismos aquáticos e em culturas agrícolas (USDHHS, 2008a).

No ar, o cádmio irá existir como partículas ou vapores devido a processos de altas temperaturas, podendo percorrer grandes distâncias na atmosfera e depositar-se nos solos e nas superfícies da água. O cádmio e os seus compostos podem percorrer o solo, mas a sua mobilidade depende de vários factores como o pH e a quantidade de matéria orgânica. Geralmente o cádmio liga-se fortemente à matéria orgânica, onde será absorvido pelas plantas e eventualmente entrar na cadeia alimentar. As formas solúveis do cádmio na água podem migrar ao contrário das formas insolúveis que são imóveis e que se depositam em sedimentos (USDHHS, 2008a).

Desde 1950 que uma grande quantidade de informações foi gerada sobre os efeitos tóxicos da exposição ao cádmio em seres humanos e animais de laboratório, quando foram reconhecidos os perigos da exposição ao cádmio ocupacional. As propriedades toxicológicas do cádmio são semelhantes para os diversos sais e óxidos de cádmio que foram investigados, apesar das

diferenças na absorção e na distribuição levarem a diferentes níveis de efeitos. Para a população em geral, a exposição por alimentos é a rota mais provável de exposição. Existe uma extensa base de dados sobre a toxicidade do cádmio em populações ambientalmente expostas e em trabalhadores. Os efeitos por exposição oral provocam toxicidade nos rins e ossos e a exposição por inalação nos rins e pulmões (USDHHS, 2008a).

Existem também evidências que sugerem que o cádmio é um cancerígeno humano. Outros efeitos que foram observados em humanos e/ou animais incluem toxicidade reprodutiva, efeitos hepáticos, efeitos hematológicos, e os efeitos imunológicos. O DHHS concluiu que foram suficientes os dados humanos e animais para que o cádmio seja um conhecido agente cancerígeno humano. A IARC classificou o cádmio como cancerígeno humano, grupo 1. A EPA classificou o cádmio como um provável carcinogénico humano por inalação, grupo B1, com base numa avaliação de evidências de aumento de cancro de pulmão em seres humanos e em animais (USDHHS, 2008a e WHO, 2010).

### Chumbo

O chumbo é um metal cinza-azulado que ocorre naturalmente na crosta terrestre. No entanto, raramente é encontrado naturalmente como um metal, encontrando-se geralmente combinado com dois ou mais elementos para formar compostos de chumbo. O chumbo metálico é resistente à corrosão (ou seja, não é facilmente atacado por ar ou água) e é facilmente moldado. É encontrado em tubos, baterias de armazenamento, pesos, munições, cobre e cabos. A sua maior utilização é em veículos nas baterias de armazenamento (USDHHS, 2007b).

Os compostos de chumbo são usados como pigmento em tintas, corantes e esmaltes cerâmicos. A quantidade de chumbo utilizada nestes produtos foi reduzida nos últimos anos para minimizar o efeito nocivo do chumbo em pessoas e animais. O uso de chumbo em balas e munições, bem como em chumbos de pesca está sendo reduzida por causa do seu dano no ambiente. A maioria do chumbo utilizado pela indústria vem de minérios e de depósitos de metal reciclado ou baterias (USDHHS, 2007b).

O chumbo ocorre naturalmente no ambiente, no entanto, a maioria dos altos níveis encontrados em todo o ambiente provêm de actividades humanas. Os níveis ambientais de chumbo aumentaram mais de mil vezes ao longo dos últimos três séculos como resultado da

actividade humana. O maior aumento ocorreu entre 1950 a 2000, reflectindo o aumento do uso mundial de gasolina com chumbo (USDHHS, 2007b).

O chumbo é libertado no ar durante a queima de carvão, de resíduos ou de óleo. Desde que foi banido o uso da gasolina com chumbo em transportes rodoviários na maior parte do mundo, a quantidade de chumbo libertado na atmosfera tem vindo a diminuir (USDHHS, 2007b).

Se as partículas de chumbo forem muito pequenas podem percorrer longas distâncias no ar. É removido do ar pela chuva e por partículas que caem na terra ou em águas superficiais. O chumbo adere fortemente às partículas do solo e permanece na camada superior do solo. A anterior utilização do chumbo na gasolina, pinturas de casa e pesticidas levou às quantidades de chumbo encontradas no solo. Pequenas quantidades de chumbo podem entrar rios, lagos e ribeiros, quando as partículas do solo são movidas pelas águas pluviais. Os níveis de chumbo podem acumular-se em plantas e animais de áreas onde o ar, água ou solo estejam contaminados (USDHHS, 2007b).

Existem variadas informações disponíveis sobre os efeitos do chumbo na saúde humana. A maioria das informações provém de estudos de trabalhadores de várias indústrias e de estudos de adultos e crianças na população em geral. Os alvos mais sensíveis para a toxicidade do chumbo em seres humanos são o sistema nervoso, o sistema hematológico e cardiovascular e os rins, no entanto poderá afectar qualquer sistema ou órgão do corpo devido aos seus inúmeros modos de acção (USDHHS, 2007b).

Estudos em trabalhadores sugerem que a longo prazo a exposição ao chumbo pode estar associada num aumento de mortalidade por doença cerebrovascular. O mesmo foi encontrado num estudo de adultos da população em geral que foram internados por intoxicação por chumbo na infância. O desenvolvimento de sintomas após a exposição prolongada de chumbo inclui a apatia, a irritabilidade, a baixa capacidade de atenção, dor epigástrica, constipação, vómitos, convulsões, coma e morte (USDHHS, 2007b).

O DHHS determinou que o chumbo e os compostos de chumbo são razoavelmente cancerígenos em humanos com base em evidências limitadas de estudos em humanos e evidências suficientes de estudos em animais de laboratório. A EPA determinou que o chumbo é um provável carcinogénico humano, categoria B2, com base em provas suficientes em estudos em animais e evidências inadequadas em seres humanos. A IARC determinou que chumbo inorgânico é provavelmente carcinogénico para humanos, e que os compostos

orgânicos de chumbo não são classificáveis quanto à sua carcinogenicidade em humanos, grupo 3 (USDHHS, 2007b).

### Cloretos

Os cloretos são largamente distribuídos na natureza como sais, tais como sais de sódio (NaCl), sais de potássio (KCl) e sais de cálcio (CaCl<sub>2</sub>). O limiar do gosto do anião cloreto na água depende do catião a ele associado (WHO, 1996).

O cloreto de sódio é amplamente utilizado na fabricação de produtos químicos industriais, como a soda cáustica, cloro, clorito de sódio e hipoclorito de sódio. Os cloretos de sódio, cálcio e magnésio são muito utilizados no controle de neve e gelo e o cloreto de potássio é utilizado na produção de fertilizantes (WHO, 1996).

Os cloretos são lixiviados de várias rochas, dirigindo-se para o solo e água. O ião cloreto é altamente móvel e é transportado para baías fechadas ou oceanos. No ar, a exposição a cloreto tem sido relatada como insignificante. O cloreto em águas superficiais e subterrâneas provém de fontes naturais e antrópicas, como o uso de fertilizantes inorgânicos, lixiviados de aterros, efluentes de fossas sépticas, alimentos para animais, efluentes industriais, irrigação, drenagem e intrusão salina em áreas costeiras. Em processos de tratamento de água onde são usados o cloro ou o cloreto, aumenta os níveis de cloretos na água (WHO, 1996).

Os cloretos ocorrem naturalmente nos alimentos em níveis normais. A adição de sal durante a cozedura ou na ingestão pode aumentar significativamente o nível de cloretos nos alimentos. Nos seres humanos, 88% de cloretos é extracelular e contribui para a actividade osmótica dos fluidos corporais (WHO, 1996).

A toxicidade dos sais de cloreto depende do catião associado. Existem relatos que a excessiva ingestão de água potável contendo cloreto de sódio em concentrações elevadas pode causar efeitos adversos como a hipertensão, mas parece estar associada ao sódio do que ao ião cloreto (WHO, 1996).

### Cobre

O cobre é um metal avermelhado que ocorre naturalmente na rocha, no solo, sedimento, água e em níveis baixos no ar. O cobre também ocorre naturalmente em todas as plantas e animais sendo um elemento essencial para todos os organismos vivos conhecidos, incluindo os seres humanos, mas em níveis elevados pode ocorrer efeitos tóxicos. Existem muitos compostos de

cobre, incluindo minerais que ocorrem naturalmente e químicos fabricados, o mais utilizado é o sulfato de cobre (USDHHS, 2004a).

O cobre é usado principalmente em chapas metálicas, tubos e outros produtos metálicos. Os compostos de cobre são mais usados na agricultura para o tratamento de doenças de plantas ou para tratamento de água, e também como conservante de madeira, couro e tecidos (USDHHS, 2004a).

O cobre entra no ambiente através de descargas da mineração do cobre e de outros metais e através de indústrias que fazem uso destes. Também pode entrar no ambiente através de depósitos de resíduos, águas residuais domésticas, combustão de combustíveis fósseis e resíduos, na produção de madeira, na produção de fertilizantes fosfatados, e por fontes naturais como vulcões e incêndios florestais (USDHHS, 2004a).

Quando o cobre é libertado no solo, pode tornar-se fortemente ligado à matéria orgânica e a outros componentes nas camadas superiores do solo (por exemplo, argila, areia, etc.). Quando os compostos de cobre e o cobre são libertados na água, o cobre que se dissolve pode ser transportado pelas águas de superfície quer sob a forma de compostos de cobre ou como cobre livre. O cobre que entra nas águas, eventualmente, acumula-se nos sedimentos de rios, lagos e estuários. O cobre é levado para o ar na poeira metalúrgica transportado pelo vento. Também é encontrado em muitos alimentos e bebidas que ingerimos, incluindo a água potável (USDHHS, 2004a).

O cobre é um nutriente essencial, que em caso de carência ou excesso pode causar efeitos adversos na saúde. Os sintomas associados à carência em seres humanos incluem anemia, leucopenia e osteoporose. O cobre é facilmente absorvido pelo estômago e intestino delgado. Os níveis excessivos de cobre podem resultar em danos no fígado e nos rins, imunotoxicidade, e o desenvolvimento de toxicidade (USDHHS, 2004a).

Um dos efeitos de saúde adversos mais comuns reportados é desconforto gastrointestinal. Têm sido relatadas náuseas, vômitos, e/ou dor abdominal, geralmente ocorridas logo após a ingestão de uma solução de sulfato de cobre ou de bebidas que estavam armazenadas em recipientes de cobre ou latão. Relatou-se em trabalhadores expostos à poeira de cobre, irritações nas vias respiratórias. O fígado também é um alvo sensível de toxicidade e têm sido relatados casos em indivíduos que ingeriram doses letais de sulfato de cobre (USDHHS, 2004a).

A carcinogenicidade do cobre, não foi estudada adequadamente. Um aumento no risco de cancro foi encontrado em fundições de cobre, no entanto, o aumento do risco tem sido atribuído à exposição ao arsénio. O aumento de risco de cancro de pulmão e estômago também foi encontrado em mineiros de cobre. No entanto, a alta ocorrência de tabagismo e exposição à radioactividade, sílica, ferro, e arsénio oculta a associação da exposição de cobre com o risco cancerígeno. A IARC classificou o pesticida, cobre 8-hidroxiquinolina, no grupo 3, não classificável quanto à carcinogenicidade em seres humanos e a EPA classificou o cobre no grupo D (USDHHS, 2004a).

### Crómio

O crómio é um elemento natural encontrado em rochas, animais, plantas e no solo. As três principais formas do crómio são crómio (0), crómio (III) e crómio (VI). Pequenas quantidades de crómio (III) são consideradas como uma necessidade para a saúde humana (USDHHS, 2008b).

O crómio é amplamente utilizado em processos de fabricação. Pode ser encontrado em muitos produtos tais como na madeira tratada com dicromato de cobre, couro curtido com sulfato de crómio e em painéis de aço inoxidável (USDHHS, 2008b).

O crómio pode ser encontrado no ar, solo e água após a sua libertação da fabricação, no uso e descarte de produtos à base de crómio, e durante o processo de fabricação. O crómio não permanece na atmosfera, depositando-se no solo e na água (USDHHS, 2008b).

A exposição ocupacional do crómio (VI) tem sido associada a um aumento de risco de cancro no sistema respiratório. Numerosos estudos de mortalidade cancerígena entre os trabalhadores da produção de cromato foram relatados, fornecendo evidências entre a mortalidade por cancro de pulmão. A exposição ambiental dos seres humanos ao crómio (VI) na água potável resultou em aumentos estatisticamente significativos de cancro no estômago (USDHHS, 2008b).

A IARC classificou o crómio (VI) como cancerígeno para seres humanos, grupo 1 e os compostos de crómio (III) e crómio metálico como grupo 3, não classificável quanto à sua carcinogenicidade para humanos. A EPA classificou o crómio (VI) como um conhecido cancerígeno humano por exposição por inalação, categoria A (USDHHS, 2008b).

### Dióxido de Carbono

O dióxido de carbono é um gás incolor e inodoro, não inflamável. É um dos gases mais abundantes na atmosfera terrestre. Também pode existir como um líquido ou sólido dependendo da temperatura e pressão. É proveniente de fontes naturais e industriais. Pela actividade humana provém da queima de gasolina, carvão, petróleo e madeira. Num ambiente interno, por exemplo, dentro de casa, as pessoas expiram dióxido de carbono, o que contribui para os níveis no ar (MDA, 2010 e USDHHS, 2005c).

Em áreas de elevado tráfego ou actividade industrial as concentrações de dióxido de carbono no ar são muito elevadas. Na sua forma sólida o dióxido de carbono é usado em extintores de incêndios e em teatros ou espectáculos para produzir o efeito de nevoeiro (MDA, 2010 e USDHHS, 2005c).

Em edifícios onde a ventilação é insuficiente e há elevada concentração de dióxido de carbono, poderão surgir efeitos adversos na saúde, como tonturas, náuseas, cansaço, aumento da frequência cardíaca, dificuldade respiratória, pressão arterial elevada e outros sintomas. A exposição a níveis ainda mais elevados pode causar asfixia, uma vez que substitui o oxigénio no sangue, podendo causar a morte (MDA, 2010 e USDHHS, 2005c).

### Fenol

O fenol é um gás incolor e quando puro é um sólido branco. O fenol comercial é um líquido que evapora mais lentamente que a água e apresenta um cheiro característico. O fenol é um produto químico fabricado e produzido naturalmente. É usado para fazer plásticos e também como desinfectante em produtos de limpeza domésticos e em produtos de consumo (USDHHS, 2008).

O fenol pode ser encontrado no ar e na água após a libertação deste na fabricação, ou no uso e descarte de produtos que contenham fenol. O fenol no solo pode deslocar-se para as águas subterrâneas. No ar é rapidamente decomposto, normalmente entre um a dois dias, na água pode persistir por uma semana ou mais, e no solo o fenol permanece podendo ser decomposto por bactérias ou outros microorganismos (USDHHS, 2008).

É em casos de estudo de trabalhadores e na população em geral que se obtêm informações sobre os efeitos na saúde provenientes da exposição oral e cutânea e da inalação do fenol. Estes estudos indicam que o fenol é uma substância irritante e corrosiva. No entanto, os dados

para os seres humanos expostos ao fenol por inalação ou ingestão são inadequados para estabelecer relações de concentração-resposta, que são necessários para identificar os níveis de efeitos adversos. As mortes devido à ingestão ou ao contacto com uma área significativa da pele têm sido relatadas (USDHHS, 2008).

Num estudo epidemiológico, os trabalhadores da indústria da borracha expostos a múltiplas substâncias químicas (incluindo o fenol), mostrou a associação entre o fenol e a mortalidade por doença isquémica do coração. Estudos de populações cuja água potável foi contaminada com fenol foram encontrados um aumento de incidência de náuseas, diarreia e dores de cabeça. Efeitos hepáticos foram relatados em casos de exposição por inalação prolongada de fenol em trabalhadores de uma refinaria de petróleo (USDHHS, 2008).

Um estudo de trabalhadores expostos a fenol no sector da madeira relatou um excesso não significativo de casos de cancro no sistema respiratório e no sector de produção de fenol casos de cancro de pulmão, rim e esófago. O fenol em água potável foi testado em animais de laboratório para a determinação da carcinogenicidade a longo prazo. Com base em evidências inadequadas em seres humanos e animais de laboratório, a EPA atribuiu ao fenol o grupo D, não classificável quanto à carcinogenicidade humana. Sob as directrizes actualizadas, os dados referentes à carcinogenicidade de fenol são: "inadequadas para uma avaliação do potencial carcinogénico humano" (USDHHS, 2008).

### Fluoretos

Os Fluoretos formam compostos binários com outro elemento ou radical, por exemplo, o fluoreto de sódio e o fluoreto de cálcio, ambos sólidos brancos. O fluoreto é a forma iónica do flúor. O fluoreto de sódio dissolve-se facilmente na água, ao contrário do fluoreto de cálcio. O fluoreto de sódio é frequentemente adicionado à água potável e utilizado para uma variedade de produtos odontológicos, incluindo cremes dentais e elixires bucais para evitar cáries dentárias (USDHHS, 2003).

A Fluorita é o mineral do qual o fluoreto de hidrogénio é produzido, é usada na produção de vidro e esmalte e na indústria siderúrgica. O gás de flúor é usado principalmente para fazer certos compostos químicos, o mais importante dos quais é o hexafluoreto de urânio, usado na separação de isótopos de urânio para uso em reactores nucleares e armas nucleares (USDHHS, 2003).

Os fluoretos ocorrem naturalmente na crosta terrestre, onde são encontrados em rochas, carvão, argila e solo. O fluoreto de hidrogénio é libertado para o ar a partir de substâncias que contêm flúor, incluindo carvão, minerais e argilas, quando são aquecidos a altas temperaturas. Isto pode ocorrer em fundições de alumínio; fertilizantes fosfatados para plantas; trabalhos com vidro, tijolo e telha; fabrico de plásticos. Estes locais podem também libertar fluoretos ligados a partículas. A maior fonte natural de fluoreto de hidrogénio e de outros fluoretos libertados para o ar é por erupções vulcânicas (USDHHS, 2003).

O flúor não pode ser destruído no ambiente, apenas muda de forma. Os fluoretos libertados na atmosfera por vulcões, centrais eléctricas e outros processos de altas temperaturas, são geralmente o gás fluoreto de hidrogénio e outras partículas ligadas muito pequenas. Estes fluoretos ligados a partículas muito pequenas podem permanecer no ar por muitos dias. O gás fluoreto de hidrogénio será absorvido pela chuva e em nuvens e neblina para formar o ácido fluorídrico aquoso, que vai cair no solo, principalmente por precipitação (USDHHS, 2003).

Os fluoretos na água associam-se a vários elementos presentes nesta, principalmente com o alumínio em água doce e com o cálcio e magnésio na água do mar, e instalam-se nos sedimentos onde estão fortemente ligados a partículas de sedimento. Quando depositados em terra, os fluoretos são fortemente retidos pelo solo, formando ligações com componentes do solo. A quantidade de flúor absorvido pelas plantas depende do tipo de planta, da natureza do solo e da quantidade e forma de flúor no solo. Os animais que se alimentam de plantas contendo flúor podem acumular o flúor principalmente nos ossos e não na carne comestível pelo homem (USDHHS, 2003).

A principal preocupação de saúde respectivamente aos fluoretos é provavelmente a excessiva exposição crónica oral por água potável. O flúor tem sido mostrado para diminuir a prevalência de cárie dentária e, sob certas condições, tem sido utilizado para o tratamento da osteoporose. Mas o excesso de flúor pode resultar em fluorose dentária e num aumento da prevalência de fracturas ósseas em pessoas idosas (USDHHS, 2003).

Em altas concentrações, o fluoreto pode causar irritação e danos no trato respiratório, estômago e pele devido à exposição por inalação, oral e cutânea, respectivamente (USDHHS, 2003).

Numerosos estudos têm examinado a possível associação entre a água com fluoretos e o risco cancerígeno. Na maioria destes estudos não foram encontradas associações significativas

entre os dois. A IARC determinou que a carcinogenicidade do fluoreto para os seres humanos não é classificável, grupo 3. (USDHHS, 2003 e WHO, 1987).

### Fósforo

O fósforo existe como fósforo branco e vermelho. O fósforo vermelho é um sólido cristalino violeta avermelhado que aquecido à pressão atmosférica vaporiza-se e condensa para dar fósforo branco. Ambos são insolúveis em água. O fósforo branco puro é um sólido incolor-a-branco, mas o comercial é geralmente amarelo, conhecido como fósforo amarelo. O fósforo branco no ar inflama-se a temperaturas acima da temperatura ambiente e devido à sua alta reactividade com o oxigénio no ar é geralmente armazenado sob a água (USDHHS, 1997a e Carson & Mumford, 2002).

O fósforo branco é usado principalmente para a produção de ácido fosfórico e de outros produtos químicos. Estes são usados para fabricar fertilizantes, aditivos em alimentos e bebidas, produtos de limpeza entre outros. Pequenas quantidades de fósforo branco foram usadas como venenos para ratos e baratas e em fogos de artifício (USDHHS, 1997a).

O fósforo branco entra no ambiente quando as indústrias o produzem ou o utilizam para fazer outros produtos químicos, e quando é usado para usos militares como munições. Também pode entrar no ambiente através de derrames durante o armazenamento e transporte. O fósforo branco pode ser encontrado em depósitos de água e no fundo de rios e lagos perto de instalações industriais devido a descargas de águas residuais. Os depósitos de resíduos perigosos que contêm fósforo também são fontes potenciais de exposição para o ser humano, no entanto como este reage muito rapidamente com o oxigénio no ar, não pode ser encontrado longe da fonte de contaminação (USDHHS, 1997a).

Em águas com pouco oxigénio, o fósforo branco pode reagir para formar um composto denominado fosfina. A fosfina é um gás altamente tóxico e move-se rapidamente da água para o ar. No ar ela é alterada em menos de um dia em produtos químicos menos nocivos. O fósforo branco pode permanecer no solo por alguns dias antes de ser alterado em produtos químicos menos prejudiciais. No entanto em solos profundos e em fundos de rios e lados, como não há oxigénio, o fósforo pode permanecer por vários milhares de anos (USDHHS, 1997a).

A maioria dos efeitos na saúde conhecidos do fósforo branco é através de estudos de trabalhadores. Os actuais níveis de fósforo branco no ar em locais de trabalho são muito

menores do que no passado. A ingestão de uma pequena quantidade de fósforo branco (menos de uma colher de chá) pode provocar vômitos, dores de estômago, lesões no fígado, coração ou rins, sonolência ou morte. Os estudos conhecidos sobre os efeitos na saúde através da ingestão de fósforo branco provêm de relatórios de pessoas que ingeriram veneno de ratos ou fogos de artifício, actualmente estes produtos já não contêm esta substância (USDHHS, 1997a).

Devido à falta de estudos sobre efeitos cancerígenos em animais e humanos, a EPA determinou que o fósforo branco não é classificável quanto à carcinogenicidade humana (USDHHS, 1997a).

### Hexabromobifenilo

O hexabromobifenilo pertence a um grupo mais amplo de bifenilos polibromados (PBB). O termo "bifenilos polibromados" ou "polibromobifenilos" refere-se a um grupo de hidrocarbonetos bromados formado pela substituição de hidrogénio com bromo em bifenilo. De acordo com dados disponíveis, a produção e o uso de hexabromobifenilo deixou quase todos os países, no entanto, é possível que o hexabromobifenilo ainda esteja sendo produzido em alguns países (UNEP, 2006).

O hexabromobifenilo tem sido usado como um retardador de fogo em termoplásticos para a construção de casas de máquinas e de produtos industriais e eléctricos (UNEP, 2006).

O hexabromobifenilo pode ser considerado altamente persistente no meio ambiente. Há evidências de degradação baixa ou mesmo nenhuma em água, solo e sedimento, em laboratório, bem como no campo (UNEP, 2006).

O hexabromobifenilo é facilmente absorvido pelo organismo e acumula-se após uma exposição prolongada. Embora a toxicidade aguda de hexabromobifenilo seja baixa, uma série de efeitos crónicos tóxicos, incluindo hepatotoxicidade foram observados em animais de laboratório. Há evidências epidemiológicas em trabalhadores expostos a bifenilos polibromados de hipotireoidismo e de aumento da incidência de cancro de mama em mulheres expostas. A IARC classificou o hexabromobifenilo como um possível cancerígeno para seres humanos, grupo 2B (UNEP, 2006 e USDHHS, 2004b).

## Merúrio

O mercúrio ocorre naturalmente no meio ambiente e existe em várias formas, como o mercúrio metálico, o mercúrio inorgânico e o mercúrio orgânico (USDHHS, 1999).

O mercúrio metálico é branco prateado e brilhante, é a forma elementar ou pura do mercúrio, é o metal líquido usado nos termómetros. Algum do mercúrio metálico, à temperatura ambiente evapora-se e forma vapores de mercúrio, estes são incolores e inodoros e quanto maior for a temperatura mais vapores serão libertados. No ar pode percorrer longas distâncias e ser transformado em outras formas de mercúrio, podendo ainda ser transportado para a água ou solo através da chuva ou neve. O mercúrio metálico líquido é usado na produção de gás cloro e soda cáustica e na extracção de ouro de minério; é também usado em termómetros, barómetros, baterias e interruptores eléctricos (USDHHS, 1999).

Os compostos de mercúrio inorgânico ocorrem quando o mercúrio se combina com o cloro, enxofre e oxigénio, estes compostos são chamados de sais de mercúrio. A maioria destes compostos são pós brancos ou cristais, com excepção do sulfeto de mercúrio que é vermelho e torna-se preto após a exposição à luz. Os compostos de mercúrio inorgânico são usados como fungicidas. O sulfeto de mercúrio e o óxido de mercúrio podem ser usados para tintas de cores e o sulfeto de mercúrio é um dos corantes vermelhos utilizados em tintas de tatuagem (USDHHS, 1999).

Os compostos de mercúrio orgânico formam-se quando o mercúrio se combina com o carbono. O composto de mercúrio orgânico mais comum no ambiente é o metilmercúrio. Outro composto de mercúrio orgânico denominado dimetilmercúrio é usado em pequenas quantidades como padrão de referência para alguns testes químicos e é o único composto que foi identificado em locais de resíduos perigosos, sendo muito prejudicial para seres humanos e animais (USDHHS, 1999).

Várias formas de mercúrio ocorrem naturalmente no meio ambiente, as mais comuns são o mercúrio metálico, o sulfeto de mercúrio, o cloreto de mercúrio e metilmercúrio. Alguns microorganismos, como bactérias e fungos, e processos naturais podem modificar o mercúrio no ambiente de uma forma para outra. O mais comum que estes geram a partir de outras formas é o metilmercúrio. O metilmercúrio é particularmente preocupante porque pode acumular-se em certos peixes de água doce e água salgada e em mamíferos marinhos com níveis que são muitas vezes maiores do que os níveis na água circundante (USDHHS, 1999).

As emissões de mercúrio a partir de fontes naturais têm se mantido relativamente constantes na história recente, resultando num aumento de mercúrio no ambiente. As actividades humanas desde o início da era industrial (por exemplo, a mineração e a queima de combustíveis fósseis) resultaram na libertação adicional de mercúrio para o ambiente. Os níveis de mercúrio na atmosfera são muito baixos e não representam um risco para a saúde, no entanto, a constante libertação de mercúrio resultou em níveis actuais que são de três a seis vezes superiores aos níveis estimados na atmosfera na era pré-industrial (USDHHS, 1999).

Aproximadamente 80% do mercúrio é libertado para o ar por actividades humanas, principalmente através da queima de combustíveis fósseis, mineração e fundição, e da incineração de resíduos sólidos. Cerca de 15% do total é libertado para o solo a partir de fertilizantes, fungicidas e resíduos sólidos urbanos (por exemplo, baterias descartadas, interruptores eléctricos, ou termómetros). Um adicional de 5% é libertado para as águas a partir de águas residuais industriais (USDHHS, 1999).

O sistema nervoso é muito sensível ao mercúrio. Relatos de casos de envenenamento ocorreram em vários países, algumas pessoas ingeriram peixe contaminado com grandes quantidades de metilmercúrio ou outros compostos de mercúrio orgânico desenvolvendo danos permanentes no cérebro e rins (USDHHS, 1999).

Os vapores de mercúrio metálico ou de mercúrio orgânico podem afectar muitas áreas diferentes do cérebro e as suas funções associadas, resultando numa variedade de sintomas, como alterações de personalidade, tremores, alterações na visão, surdez, perda de sensação, e dificuldades de memória. Os rins também são sensíveis aos efeitos do mercúrio, se grandes quantidades entrarem no corpo, todas as formas de mercúrio podem causar danos nos rins (USDHHS, 1999).

As exposições a curto prazo (horas) para altos níveis de vapores de mercúrio metálico no ar podem danificar o revestimento da boca e irritar os pulmões e as vias respiratórias, causando aperto da respiração, sensação de queima nos pulmões, e tosse. Outros efeitos da exposição incluem náuseas, vômitos, diarreia, aumento da pressão arterial ou frequência cardíaca, erupções na pele e irritação dos olhos. Os actuais níveis de mercúrio em locais de trabalho no ar são baixos, devido ao aumento da consciencialização dos efeitos tóxicos do mercúrio. O mercúrio inorgânico, além dos efeitos sobre os rins, pode danificar o estômago e intestinos, produzindo sintomas de náuseas, diarreia, ou úlceras graves se ingerido em grandes quantidades (USDHHS, 1999).

O DHHS e a IARC consideraram o mercúrio não classificável quanto à sua carcinogenicidade humana, grupo 3. A EPA determinou que o cloreto de mercúrio e o metilmercúrio são possíveis cancerígenos humanos (USDHHS, 1999). A EPA classificou o mercúrio metálico no grupo D, não classificável quanto à sua carcinogenicidade humana e o mercúrio orgânico e inorgânico no grupo C, possíveis cancerígenos humanos (USEPA, 1997a).

### Metano

O metano é um gás incolor inflamável e inodoro. É utilizado principalmente como combustível para produzir calor e luz, também é usado para a fabricação de produtos químicos orgânicos. O metano pode ser formado pela decomposição de materiais naturais e é comum em aterros, pântanos, sistemas sépticos e esgotos. O metano também pode ser encontrado no gás de carvão e existe naturalmente no subsolo (USDHHS, 2000).

O metano pode formar uma mistura explosiva no ar em níveis tão baixos quanto 5%. Este evapora rapidamente, por isso a maioria do metano lançado em lagos, córregos ou no solo é transportado para o ar. No entanto, o metano que é formado no subsolo e se move através do solo podendo permanecer inalterado por muitos anos (USDHHS, 2000).

A maioria das exposições a metano ocorre por inalação. O metano pode entrar em casas através de esgotos e fendas. As pessoas podem ser expostas no local de trabalho, a cozinhar com fogão a gás ou entrar em espaços confinados como aterros de resíduos de animais, fossas sépticas e esgotos (USDHHS, 2000).

Como o metano evapora rapidamente, este não é normalmente encontrado em alimentos ou água potável. O gás metano não passa facilmente através da pele intacta, mas na sua forma fria liquefeita pode causar queimaduras na pele e olhos (USDHHS, 2000).

O metano não é suspeito de causar efeitos cancerígenos. Os efeitos na saúde a longo prazo não estão associados a exposições ao metano (USDHHS, 2000). Este não está listado como um carcinogénico ou um potencial carcinogénico pela IARC ou EPA (Dikshith, 2011).

### Monóxido de Carbono

O monóxido de Carbono é um gás incolor e inodoro extremamente perigoso. Pode ser formado a partir da queima incompleta da gasolina, madeira, ou outros combustíveis, também se encontra no fumo de cigarros e no escape de veículos. Nas habitações o monóxido de

carbono pode acumular-se num aquecedor com má ventilação ou mau funcionamento, num forno ou em qualquer aparelho que funcione com gás natural ou petróleo (Dikshith, 2011).

O monóxido de carbono é um gás altamente tóxico, denominado frequentemente como um asfixiante químico. Quando inalado esta substância interfere com o transporte do oxigénio para o sangue. Os primeiros efeitos provocados pelo monóxido de carbono são as dores de cabeça, náuseas e fadiga, que muitas vezes são confundidas com a gripe porque esta substância não é detectada em habitações (Dikshith, 2011).

A exposição prolongada e extrema pode causar efeitos prejudiciais à saúde como danos cerebrais, respiração ou pulsação rápida, dor no peito, convulsões, perda de consciência, insuficiência cardiorespiratória e eventualmente a morte. A exposição moderada pode causar dores de cabeça, sonolência, confusão, vómitos e ritmo cardíaco acelerado. A exposição suave pode causar leve dor de cabeça, náuseas e fadiga (Dikshith, 2011).

### Naftaleno

O Naftaleno é um sólido branco que se evapora facilmente e é também chamado de naftalina. Possui um cheiro forte, mas não desagradável. Os combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão contêm naturalmente naftaleno. O principal uso comercial desta substância é fazer outros produtos químicos usados na fabricação de plásticos de cloreto de polivinila (PVC). Os produtos de grande consumo fabricados a partir de naftaleno são os repelentes de traças, em forma de naftalina ou cristais, e blocos de desodorizante sanitário, também é usado na produção de corantes, resinas, agentes de curtimento de couro e insecticidas (USDHHS, 2005).

O Naftaleno entra no ambiente através de usos industriais como a queima de madeira e de tabaco e derramamentos acidentais. Pode encontrar-se em locais de deposição de resíduos perigosos e aterros sanitários podendo dissolver-se na água e estar presente na água potável. O Naftaleno pode tornar-se fracamente ligado ao solo e a sedimentos ou passar através das partículas do solo para as águas subterrâneas (USDHHS, 2005).

O Naftaleno não se acumula na carne de animais e em peixes consumidos pelo ser humano, mas se as vacas leiteiras são expostas a naftaleno, o seu leite poderá apresentar esta substância (USDHHS, 2005).

Os únicos estudos cancerígenos em seres humanos expostos a naftaleno são na Alemanha Oriental onde ocorreram quatro casos de cancro da laringe (eram fumadores) entre trabalhadores de uma fábrica de purificação de naftaleno e na Nigéria onde ocorreram 23 casos de carcinoma colo-retal. Estes estudos fornecem evidências inadequadas da carcinogenicidade do naftaleno em humanos, no entanto existem evidências suficientes em animais de laboratório. A IARC concluiu que o naftaleno é possivelmente cancerígeno para os seres humanos, grupo 2B (USDHHS, 2005).

A EPA classificou o naftaleno como grupo C (possível carcinogénico humano), decidindo que o potencial cancerígeno humano do naftaleno através da via oral ou por inalação não pode ser determinado, mas constatando que existiam evidências sugestivas de carcinogenicidade do naftaleno com base no aumento de tumores de pulmão em animais de laboratório. Actualmente a EPA *Integrated Risk Information System* (IRIS) está reavaliando a carcinogenicidade da inalação de naftaleno (USDHHS, 2005).

### Níquel

O níquel é um metal branco-prateado que tem propriedades que o tornam muito desejável para se combinar com outros metais, tais como o ferro, o cobre, o crómio e o zinco. Estes são usados na fabricação de moedas e jóias de metal e na indústria de confecção de peças como válvulas e permutadores de calor. A maioria do níquel é usada para a produção de aço inoxidável. Existem também, compostos constituídos de níquel combinado com muitos outros elementos, como o cloro, o enxofre e o oxigénio. Muitos destes compostos de níquel são solúveis em água e têm uma cor característica verde (USDHHS, 2005a).

O níquel combinado com outros elementos ocorre naturalmente na crosta terrestre, é encontrado em todo o solo e emitido por vulcões. O níquel também é encontrado em meteoritos e no fundo do oceano em pedaços de minerais, o núcleo da Terra é composto por 6% de níquel (USDHHS, 2005a).

O níquel pode ser lançado para a atmosfera por incineradores de resíduos e centrais eléctricas. Geralmente leva muitos dias para ser removido do ar. Se o níquel é ligado a partículas muito pequenas, pode demorar mais de um mês a remover-se do ar. O níquel também pode ser libertado em águas residuais industriais. No solo ou sedimento, o níquel pode ligar-se a partículas contendo ferro ou manganês. Sob condições ácidas, o níquel é mais móvel no solo e pode penetrar nas águas subterrâneas. Estudos mostram que algumas plantas podem assimilar

e acumular níquel, no entanto foi comprovado que este não se acumula em pequenos animais (USDHHS, 2005a).

A população em geral pode ser exposta ao níquel por exposição oral, por inalação ou exposição cutânea. O efeito adverso na saúde mais comum relatado é a dermatite por contacto, que é uma reacção alérgica ao níquel. Casos de concentrações elevadas de níquel, maiores que as encontradas no ambiente, provocaram em humanos e em animais expostos efeitos no sistema respiratório. Os dados disponíveis sobre os efeitos respiratórios não cancerígenos em seres humanos são limitados. Dados em humanos e animais fornecem fortes evidências de que a exposição por inalação a alguns compostos de níquel pode provocar o cancro do pulmão (USDHHS, 2005a).

O DHHS determinou que o níquel metálico pode ser razoavelmente previsto como um cancerígeno humano e os compostos de níquel são conhecidos por serem cancerígenos humanos. A IARC classificou o níquel metálico no grupo 2B (possível cancerígeno para os seres humanos) e os compostos de níquel no grupo 1 (cancerígeno humano). A EPA classificou o pó das refinarias de níquel no grupo A (cancerígeno humano). Os outros compostos de níquel não foram classificados pela EPA (USDHHS, 2005a).

### Óxido de Azoto

O óxido de azoto é uma mistura entre dois gases, azoto e oxigénio. Os dois óxidos de azoto mais tóxicos são o óxido nítrico e o dióxido de azoto, ambos são não inflamáveis à temperatura ambiente. O óxido nítrico é um gás com um cheiro doce acentuado, enquanto o dióxido de azoto é um líquido à temperatura ambiente e tem um odor forte (ATSDR, 2002).

O óxido de azoto é libertado para o ar através de veículos a motor, da queima de carvão, petróleo, gás natural e durante outros processos. Também são produzidos comercialmente pela reacção de ácido nítrico com metais ou celulose. O óxido de azoto é usado na produção de ácido nítrico, lacas corantes e outros produtos químicos, em combustíveis de foguetes e na fabricação de explosivos (ATSDR, 2002).

O óxido de azoto no ar reage rapidamente com outras substâncias encontradas. Um dos principais constituintes das chuvas ácidas, o ácido nítrico é formado a partir da reacção do dióxido de azoto com substâncias químicas produzidas pela luz solar (ATSDR, 2002).

O óxido de azoto em pequenas quantidades pode evaporar da água, mas a maior parte reage com a água e forma o ácido nítrico. Quando libertado para o solo pequenas quantidades de óxido de azoto podem evaporar para o ar, no entanto a maioria será transformada em ácido nítrico ou outros compostos. O óxido de azoto não se acumula na cadeia alimentar (ATSDR, 2002).

Os óxidos de azoto em baixas concentrações podem afectar a saúde humana, com irritações no nariz, olhos, garganta e pulmões, causando cansaço, náuseas e falta de ar. A exposição por inalação a altos níveis de óxidos de azoto pode causar espasmos e inchaço dos tecidos da garganta e trato respiratório superior, acumulação de líquido nos pulmões e morte. O DHHS, a IARC e a EPA não classificaram os óxidos de azoto como potenciais cancerígenos humanos (ATSDR, 2002).

### Óxido Nitroso

O óxido nitroso é um gás incolor com um odor e gosto levemente adocicado. Pode ser transportado como um líquido a temperaturas muito baixas. É usado como analgésico e como um agente espumante na fabricação do chantilly (NJDHSS, 2004).

A desnitrificação e a nitrificação são processos biogénicos que produzem o óxido nitroso e o óxido nítrico. A nitrificação é a principal fonte do óxido nitroso em condições aeróbias, enquanto a desnitrificação em condições anóxicas. O óxido nitroso contribui para o aquecimento global e para a destruição da camada de ozono na estratosfera (USEPA, 2010a).

As fontes antropogénicas de óxido nitroso estão relacionadas com solos agrícolas, especialmente em culturas fixadoras de azoto, o uso de fertilizantes sintéticos e estrume e a deposição de estrume de gado. As fontes naturais reflectem processos microbianos em solos não cultivados, oceanos e outros sistemas aquáticos e possivelmente zonas húmidas. Outras fontes antrópicas incluem a queima de combustíveis fósseis, processos industriais, tratamento de águas residuais, combustão de resíduos e queima de biomassa (USEPA, 2010a).

O contacto com esta substância deve ser o mais reduzido possível, os níveis elevados de óxido nitroso diminuem a quantidade de oxigénio disponível. O óxido nitroso pode ter um efeito teratogénico em seres humanos, uma vez que foi verificado em animais de laboratório este efeito (NJDHSS, 2004).

Pode causar queimaduras na pele e/ou congelamento na consequência de exposição dérmica ao óxido nitroso. A exposição por inalação pode causar irritação nos olhos, nariz e garganta e, por conseguinte tosse e/ou falta de ar, pode causar também tonturas e sonolência. O óxido nitroso pode danificar as células do sangue, o sistema nervoso, o fígado e os rins. Elevados níveis de exposição a óxido nitroso pode causar a morte. O óxido nitroso não é classificável quanto a ser um potencial cancerígeno humano (NJDHSS, 2004).

### Pentaclorofenol

O Pentaclorofenol é uma substância sintética, feita a partir de outros produtos químicos e não ocorre naturalmente no ambiente. Foi um dos biocidas mais utilizados nos Estados Unidos e actualmente já não está disponível ao público em geral, no entanto é usado industrialmente como conservante de madeira (USDHHS, 2001).

O Pentaclorofenol impuro existe como pó, grânulos ou flocos e tem uma cor cinza escuro a castanho, é encontrado normalmente em depósitos de resíduos perigosos. Esta substância pode ser encontrada em duas formas: apenas pentaclorofenol ou sal de sódio de pentaclorofenol. Estas formas têm propriedades físicas diferentes, mas têm efeitos tóxicos semelhantes. O sal de sódio dissolve-se facilmente na água ao contrário do pentaclorofenol (USDHHS, 2001).

O Pentaclorofenol é libertado para a atmosfera por evaporação proveniente de superfícies de madeiras tratadas, de indústrias (químicas e fábricas de conservantes de madeira) e de eliminação de resíduos. Esta substância entra nas águas superficiais e subterrâneas através de descargas de fábricas, instalações de tratamento de madeira e depósitos de resíduos perigosos. O seu uso como pesticida ou o descarte em depósitos de resíduos perigosos podem também entrar nos solos. A movimentação do pentaclorofenol em solos depende da acidez do solo. Esta substância poderá estar presente em peixes ou outras espécies usadas para a alimentação (USDHHS, 2001).

Têm sido observados efeitos adversos à saúde em humanos e animais após exposições a curto e longo prazo do pentaclorofenol por via oral, por inalação e por exposição dérmica. Os principais alvos de toxicidade são o fígado, a tiróide, o sistema imunitário e o sistema reprodutivo. Além destes efeitos também estão presentes efeitos cancerígenos, renais e neurológicos (USDHHS, 2001).

A EPA classifica o Pentaclorofenol no grupo B2 (provável carcinogénico humano) e a IARC classifica-o no grupo 2B (possivelmente cancerígeno para os seres humanos). Diversos estudos têm relatado efeitos adversos na saúde de crianças que acidentalmente tiveram expostos ao pentaclorofenol, efeitos como: febres altas, aumento da frequência respiratória, dificuldade respiratória, taquicardia, irritabilidade e morte. Os efeitos observados em crianças são semelhantes aos observados em adultos, no entanto os dados são insuficientes para avaliar se as crianças são mais susceptíveis que os adultos à toxicidade do pentaclorofenol (USDHHS, 2001).

### Simazina

A simazina é um sólido cristalino incolor a branco, é termicamente estável e resiste a temperaturas acima de 150°C. É um herbicida e faz parte da família de compostos químicos da triazina, usado para o controle de ervas daninhas de folhas largas e gramíneas anuais em campos de cultivo, é absorvida através das folhas e raízes, e age inibindo a fotossíntese na planta. O herbicida está disponível como produto comercial em pó, líquido, e grânulos. A simazina também foi registado como sendo um algicida (USEPA, 2006).

Uma grande preocupação com qualquer pesticida agrícola é o seu potencial de lixiviação no solo para a superfície ou para sistemas de água subterrânea que são usados como fontes de água potável, a simazina apresenta baixa solubilidade na água mas resíduos deste herbicida são frequentemente encontrados em águas superficiais e em reservatórios de água. A simazina e os seus produtos de degradação têm sido amplamente monitorizados na Califórnia nos Estados Unidos da América (USEPA, 2006 e Barroso, 2009).

Efeitos de toxicidade elevada da simazina em seres vivos têm sido observados no fitoplâncton. Estudos ecotoxicológicos têm evidenciado efeitos adversos após a exposição a este herbicida em organismos como insectos, zooplâncton, crustáceos e algumas espécies de peixe, como por exemplo, a carpa (Barroso, 2009).

Segundo a EPA os pesticidas são classificados em quatro categorias de toxicidade aguda que variam entre a Categoria I (mais tóxica) e a Categoria IV (menos tóxica). A simazina não é altamente tóxica, por exposição oral é classificada em categoria IV e por exposição dérmica e inalatória é classificada em categoria III. A simazina não é irritante para os olhos e para a pele (USEPA, 2006).

A simazina foi originalmente classificada pela EPA em 1989 como um carcinogénico do grupo C, possível carcinogénico humano e em exposições de doses baixas o risco de desenvolver cancro era insignificante. Mais tarde, em estudos em animais de laboratório verificou-se que a substância atrazine não induzia a formação de tumores, reclassificando a simazina como “não susceptível de ser cancerígeno para os seres humanos” (USEPA, 2006).

### Triclorobenzeno

Os três isómeros do Triclorobenzeno (TCB) 1,2,3-TCB, 1,2,4-TCB e 1,3,5-TCB são compostos aromáticos clorados cíclicos com uma moderada volatilidade, possuem solubilidade em água e um elevado coeficiente de partição octanol-água. O Triclorobenzeno é usado como um intermediário na síntese química, como um solvente, um refrigerante, um lubrificante ou um meio de transferência de calor (OSPAR, 2005).

Os TCBs são bastante estáveis no ambiente, pois não são hidrolisados e é improvável a sua biodegradação significativa. Os que são lançados em meio aquático são redistribuídos, preferencialmente, pelo ar e sedimentos. A retenção no solo dos TCBs aumenta com o teor de matéria orgânica no solo (OSPAR, 2005).

A maioria dos dados sobre os TCBs é restrita ao isómero 1,2,4-TCB, o mais amplamente utilizado. Não existem estudos epidemiológicos de populações expostas. Este isómero foi testado em animais de laboratório para efeitos carcinogénicos, mas os resultados não satisfazem os critérios de classificação de carcinogenicidade. Estudos em mamíferos indicam que todos os TCBs têm um efeito sobre o fígado e no sistema sanguíneo, mas não são de esperar cancerígenos nem mutagénicos (OSPAR, 2005).

A exposição directa aos trabalhadores e ao ambiente durante a produção de TCB é muito limitada. Os efeitos adversos devido à toxicidade do Triclorobenzeno após inalação e/ou exposição dérmica não pode ser excluída para os trabalhadores envolvidos na sua produção ou na produção que contenham TCBs. A exposição a longo prazo dos trabalhadores tem mostrado problemas de fígado e o desenvolvimento de doenças no sangue como a anemia (OSPAR, 2005).

### Triclorometano

O Triclorometano ( $\text{CHCl}_3$ ), também conhecido como Clorofórmio, é um líquido incolor com um odor agradável, não irritante e tem sabor levemente adocicado. Esta substância foi dos

primeiros anestésicos inalatórios usados durante as cirurgias, não sendo mais utilizado actualmente. É utilizado para fazer outros produtos químicos (USDHHS, 1997).

A maior parte do Triclorometano encontrado no ambiente provém de indústrias químicas e fábricas de papel, mas, é também encontrado em águas residuais de unidades de tratamento e em água potável devido à adição de cloro. O cloro é adicionado à água potável e a muitas águas residuais para destruir bactérias. São formadas pequenas quantidades de clorofórmio, como um produto indesejado durante este processo de adição de cloro à água. O Triclorometano pode entrar no ar directamente das fábricas e pode entrar na água e no solo quando as águas residuais que contenham cloro são libertadas na água ou no solo (USDHHS, 1997).

O Triclorometano evapora rapidamente quando exposto ao ar e também se dissolve facilmente na água, mas não se mantém estável no solo, podendo movimentar-se através do solo para as águas subterrâneas onde se pode inserir num abastecimento de água. Apresenta uma grande duração de tempo nas águas subterrâneas e no ar. O Triclorometano não parece acumular-se em grandes quantidades em plantas e animais, podendo desta forma, ser encontrado apenas em pequenas quantidades de clorofórmio em alimentos (USDHHS, 1997).

Nos seres humanos, o Triclorometano afecta o sistema nervoso central (cérebro), o fígado e os rins, depois de ocorrer exposição por inalação ou ingestão desta substância em níveis elevados. O Clorofórmio era usado como anestésico durante as cirurgias por muitos anos antes de serem reconhecidos os seus efeitos nocivos sobre o fígado e os rins. Baseado em estudos de animais de laboratório, o DHHS determinou que o Triclorometano pode ser previsto como uma substância cancerígena. A IARC determinou que o Triclorometano é possivelmente cancerígeno para os seres humanos, grupo 2B. A EPA determinou que o Triclorometano é um provável carcinogénico humano, categoria B2 (USDHHS, 1997).

### Zinco

O zinco é um dos elementos mais comuns na crosta terrestre. É encontrado no ar, solo e água e está presente em todos os alimentos. O zinco é um metal brilhante branco-azulado, é um nutriente essencial para humanos e animais. O zinco em pó é explosivo e pode explodir em chamas se armazenado em lugares húmidos. O zinco metálico tem muitos usos na indústria. Um uso comum é o revestimento de aço e ferro, bem como outros metais para impedir a

oxidação e a corrosão; este processo é chamado de galvanização. O zinco metálico também é misturado com outros metais para formar ligas, como latão e bronze (USDHHS, 2005b).

O zinco também pode combinar-se com outros elementos, tais como o cloro, oxigênio e enxofre, para formar compostos de zinco que são amplamente utilizados na indústria. O sulfeto de zinco e o óxido de zinco são usados para fazer tintas brancas, cerâmicas e outros produtos. O óxido de zinco também é usado na produção de borracha. O acetato de zinco, o cloreto de zinco e o sulfato de zinco, são usados na preservação de madeira e na fabricação/tingimento de tecidos. Os compostos de zinco são usados pela indústria farmacêutica como ingredientes em alguns produtos comuns, como suplementos vitamínicos, protectores solares, desodorizantes, shampoos anticaspa, entre outros (USDHHS, 2005b).

O zinco entra no ar, água e solo como resultado de ambos os processos: naturais e actividades humanas. A maioria do zinco entra no ambiente como resultado da mineração, purificação de zinco, chumbo, e cádmio, da produção de aço, da queima de carvão e queima de resíduos. O nível de zinco no solo aumenta principalmente na eliminação de resíduos de zinco a partir de indústrias metalúrgicas e de cinzas de carvão a partir de empresas de energia eléctrica. No ar, o zinco está presente principalmente como partículas de poeira fina, que eventualmente se depositam sobre a terra e a água. O nível de zinco dissolvido em água pode aumentar à medida que a acidez da água aumenta. A maior parte do zinco no solo está ligada ao solo e não se dissolve na água. No entanto, dependendo do tipo de solo, algum zinco pode chegar às águas subterrâneas e a contaminação de águas subterrâneas ocorre a partir de depósitos de resíduos perigosos (USDHHS, 2005b).

Os efeitos da exposição por inalação de zinco e de compostos de zinco variam com a forma química do composto, mas a maioria dos efeitos observados vão ocorrer no sistema respiratório. Após a inalação de óxido de zinco, e, em menor dimensão de zinco metálico e muitos outros compostos de zinco, o efeito mais comum relatado é o desenvolvimento da "febre do metal", que é caracterizada por dor torácica, tosse, dispneia, redução do volume pulmonar, náuseas, calafrios, mal-estar, e leucocitose. A inalação de altos níveis de cloreto de zinco (corrosivo) geralmente resulta em danos no sistema respiratório, sem efeitos observados da febre (USDHHS, 2005b).

Na maioria dos casos, a exposição cutânea a compostos de zinco ou zinco não resultaram em efeitos tóxicos perceptíveis. No entanto, a exposição cutânea ao cloreto de zinco, e em menor grau a outros sais de zinco, pode resultar numa irritação cutânea grave (USDHHS, 2005b).

Estudos disponíveis sobre os efeitos cancerígenos do zinco em seres humanos e animais, tanto após a exposição oral ou inalação não demonstram adequadamente um aumento na incidência de cancro após longa exposição a compostos de zinco. A EPA actualmente classifica o zinco e os compostos de zinco quanto à sua carcinogenicidade no grupo D (USDHHS, 2005b).

### **2.2.2. Avaliação da Exposição**

A avaliação da exposição é uma fase que quantifica a ingestão de um agente através do contacto com diversos ambientes (ar, água, solo, alimentação, etc.). Esta avaliação mostra o que aconteceu no passado, o que está a acontecer actualmente e pode antecipar o que vai acontecer no futuro. A avaliação da exposição baseia-se em aspectos estatísticos, toxicológicos, bioquímicos, ciências atmosféricas, química analítica, ciência alimentar, fisiologia, modelação ambiental e outros (USEPA, 1992 e Ricci, 2006).

Uma avaliação da exposição descreve a natureza e a dimensão de várias populações expostas a um agente químico e a magnitude e duração dessas exposições. Determina o grau de contacto de um indivíduo com um produto químico e estima a magnitude da dose absorvida. Quando se estima a dose absorvida é necessário considerar vários factores, como a duração da exposição, a rota de exposição, a biodisponibilidade química dos meios contaminados e por vezes características únicas da população exposta (USEPA, 1996; USEPA, 1997 e Whysner, 2005).

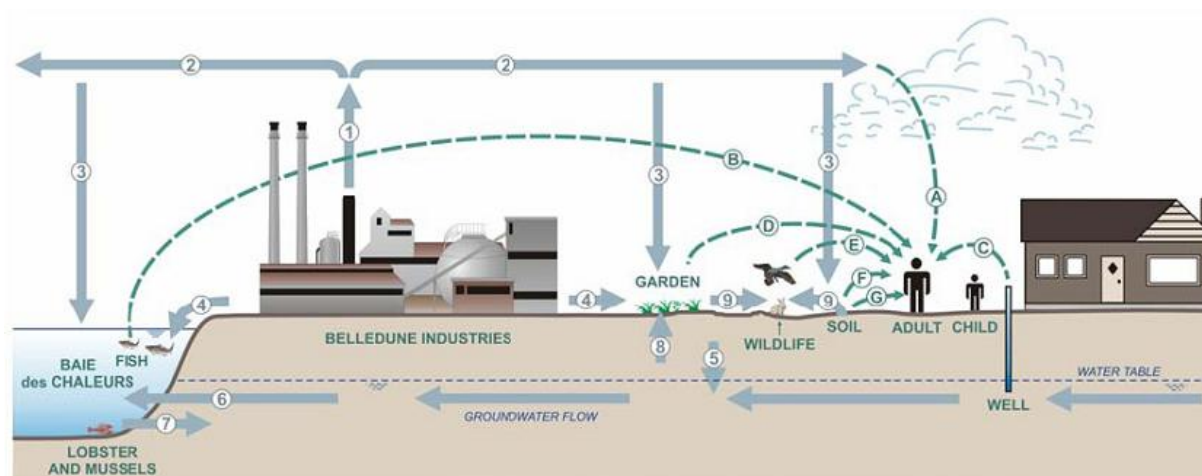
Todos os produtos químicos, naturais e sintéticos são tóxicos, ou seja, produzem efeitos adversos à saúde através de certas condições de exposição. No entanto, os produtos químicos diferem na sua capacidade de produzir toxicidade. As condições de exposição em que os efeitos tóxicos são produzidos variam muito entre produtos, assim como, a natureza e gravidade do produto químico (Rodricks, 2007).

Por definição, a duração é o período de tempo durante o qual a pessoa é exposta. Uma exposição pode ser aguda quando envolve o contacto com um produto químico, normalmente por menos de um dia, e as consequências são adversas imediatamente após a exposição. Uma exposição é considerada crónica quando ocorre sobre uma parte substancial da vida de uma pessoa, geralmente refere-se a doses repetidas ao longo da vida. As exposições subcrónicas são de duração intermédia (USEPA, 1992 e Rodricks, 2007).

Para determinar a magnitude da dose absorvida é fundamental possuir conhecimento da concentração da substância química no ambiente. Estas informações são geralmente obtidas por análises de amostras do meio contaminado (ar, água, solo, alimentos ou poeiras). As estimativas podem ser realizadas através de modelos matemáticos relativos a concentrações do contaminante no ambiente a diferentes distâncias do ponto de libertação, para factores contendo a sua taxa de libertação, as condições de dispersão, a distância e a estabilidade do agente (Paustenbach, 2002).

Os dados disponíveis mostram que os cientistas podem realizar um trabalho adequado para quantificar as concentrações químicas em diferentes meios e o resultado da absorção por indivíduos expostos, representando todos os factores que devem ser considerados. Os primeiros a estimar quantitativamente a absorção humana de contaminantes ambientais foram cientistas do ramo da saúde radiológica (Paustenbach, 2002).

O transporte dos produtos químicos através do ambiente pode dar-se por advecção, dispersão, volatilização, solubilização ou absorção por seres vivos, descrevendo os caminhos desde a sua origem até à exposição humana. (Rodricks & Burke, 1998). As principais rotas de exposição humana a produtos químicos no ambiente são através de inalação, de absorção cutânea, e de ingestão (ex. alimentos contaminados, água, poeiras ou solo) (Figura 2) (Zakrzewski, 2002 e Rodricks, 2007).

**Processo de destino final no ambiente**

- 1 - emissões
- 2 - dispersão do ar
- 3 - deposição húmida e seca
- 4 - escoamento superficial
- 5 - lixiviação para as águas subterrâneas
- 6 - migração das águas subterrâneas
- 7 - recarga de água subterrânea
- 8 - absorção para as plantas
- 9 - absorção para a vida selvagem

**Vias de exposição e receptores**

- A - inalação de poeira
- B - ingestão de peixe e marisco
- C - ingestão de água de poço
- D - ingestão de produtos da horta
- E - ingestão de animais selvagens
- F - ingestão de solo
- G - contacto dérmico com o solo

**Figura 2.** Principais rotas de exposição humana a substâncias químicas (Fonte: CRQ IV, 2006).

### 2.2.3. Exposição, Ingestão, Absorção e Dose

Apesar de haver um consenso razoável de que a exposição humana significa um contacto com a substância, ainda não existe um acordo generalizado quanto a saber se é o contacto com a parte externa do indivíduo – visível (pele e aberturas no corpo – boca e narinas), ou com os limites de troca onde existe a absorção (pele, pulmões, trato gastrointestinal). As diferentes definições levaram a dificuldades no uso dos termos e unidades para quantificar a exposição (USEPA, 1989a e USEPA, 1992).

É relevante pensar-se que o corpo humano tem um limite hipotético que separa o interior e o exterior: fronteira externa do corpo - a boca, as narinas, as perfurações e lesões na pele. A exposição a uma substância química é o contacto deste produto com o limite exterior do corpo. Uma avaliação da exposição é a avaliação quantitativa ou qualitativa desse contacto, que descreve a intensidade, frequência e duração do contacto. Esta quantifica a taxa pela qual o produto químico cruza a fronteira (taxas de ingestão ou captação), a via pela qual cruza a

fronteira (por exemplo, respiratória, cutânea ou oral), e a quantidade do produto que realmente cruza esta fronteira (dose) e a quantidade absorvida (dose interna) (USEPA, 1992 e Pittinger et al, 1998).

Uma substância química que entra num corpo tem um processo descrito em duas fases: o contacto (exposição), seguida pela entrada real (passagem pela fronteira). A substância quando atravessa a fronteira do exterior para o interior do corpo é efectuada por dois processos. O primeiro processo é a ingestão, que envolve o movimento físico do produto químico através de uma abertura na fronteira externa, normalmente por via inalatória, pela comida ou bebida. A taxa de ingestão de substâncias químicas é a quantidade de químico que atravessa a fronteira externa por unidade de tempo. O segundo processo é a absorção que envolve a absorção da substância através na pele ou tecido exposto. A taxa absorção do produto químico é a quantidade absorvida do químico por unidade de tempo (Lazaridis & Colbeck, 2010 e USEPA, 1996).

Estimar a magnitude da dose interna é, geralmente, mais fácil do que a dose externa ou potencial. A dose potencial é a quantidade de substância química que é ingerida ou inalada, ou a quantidade de substância contida no material aplicado na pele. A dose interna é a quantidade de produto químico que foi absorvido, pelo que, para uma boa avaliação da exposição um dos objectivos é estimar a dose interna (USEPA, 1992 e USEPA, 1996).

### **2.2.4. Relação entre a Exposição e a Dose**

Dependendo do uso da avaliação da exposição podem ser necessárias estimativas de exposição e dose. As concentrações de exposição são vantajosas quando se compara a exposição máxima de níveis de preocupação num curto período. A concentração de exposição ou dose em função do tempo são usados para descrever perfis de exposição ou dose (CEPA, 1999).

Para a avaliação de risco, estes perfis são muito importantes, onde a inflexibilidade do efeito é dependente do padrão através do qual a exposição surge antes que a exposição total (integrada). Quando uma exposição total para uma rota específica é necessária, é profícuo utilizarem-se exposições integradas (CEPA, 1999).

A relação dose-resposta refere-se à relação entre a magnitude, frequência e duração da dose de uma substância química recebida por populações expostas e a incidência e gravidade do efeito adverso resultante (Rodricks & Burke, 1998).

Uma análise da concentração de contaminante nos tecidos de um organismo exposto, pode ajudar a estabelecer uma ligação entre as concentrações ambientais e a quantidade de contaminante que chega ao local de acção (USEPA, 1989).

Se forem seleccionadas estações de amostragem para medir concentrações de contaminantes ao longo das prováveis vias de exposição, os dados de amostragem devem ser apresentados numa relação entre a localização da amostra e os níveis de contaminante (USEPA, 1989).

### 2.2.5. Medição da Dose

Em termos de avaliação de risco, as estimativas de doses devem ser expressas de uma maneira em que possam ser comparadas com dados disponíveis de dose-resposta de estudos em animais ou seres humanos. Por exemplo, se os dados sobre a exposição humana são expressos em mg/dL de chumbo no sangue, seria preferível utilizar as concentrações do sangue em estudos em animais para comparação. As relações dose-resposta são baseadas numa dose potencial (dose administrada em estudos com animais), embora estas relações sejam por vezes baseadas na dose interna. A medida da dose deve ser seleccionada com base no modo de acção do efeito adverso (Whysner, 2005 e Ricci, 2006)

A dose resultante da exposição pode ser estimada quantitativamente se existir o conhecimento da quantidade de substância química presente num meio, o peso ingerido ou o volume inalado por unidade de tempo e o peso corporal dos indivíduos que estão expostos (Rodricks, 2007, Ricci, 2006 e USEPA 1992).

As doses podem ser expressas de diversas maneiras. Utilizando a equação (1), obtém-se a dose potencial média diária (ADD) sobre o período de tempo de interesse. A ADD é expressa em unidades de massa/tempo (USEPA, 1992).

$$ADD = \frac{C \cdot IR \cdot B \cdot D}{BW \cdot AT} \quad \text{Equação 1}$$

Onde,

ADD – Dose Média Diária (*Average daily dose*)

BW – Peso Corporal (M, usualmente em kg)

B – Biodisponibilidade (-)

AT – Período de tempo durante o qual a dose é medida (T, usualmente em dias)

C – Concentração média de exposição (M/L<sup>3</sup>)

IR – Taxa de ingestão (M/T para ingestão, ou L<sup>3</sup>/T para inalação)

D – Duração (T, usualmente em dias)

Quando o risco de saúde principal colocado por uma substância química é o cancro, então a resposta biológica é geralmente descrita em termos de probabilidades de contrair a doença ao longo do tempo de vida. Mesmo que a exposição não ocorra durante a vida inteira, as doses são geralmente apresentados como LADDs (*Lifetime Average Daily Dose*). O LADD é determinado através da equação (2), substituindo apenas o tempo médio (AT) por tempo de vida (LT) (USEPA, 1992).

$$LADD = \frac{C \cdot IR \cdot B \cdot D}{BW \cdot LT} \quad \text{Equação 2}$$

### 2.2.6. Caracterização do Risco

O Risco é a probabilidade de um efeito adverso causado sob condições específicas pela exposição a um produto químico, num organismo, sistema ou população. A propriedade inerente de um agente com potencial para causar efeitos adversos num organismo, sistema ou população exposta é designado por perigo. (WHO, 2004; USEPA, 1992; Rodricks, 2007 e Pritchard, 2000).

A caracterização do risco é qualitativa, no entanto é possível a determinação quantitativa, através da inclusão de incertezas decorrentes, da probabilidade de ocorrência de efeitos conhecidos e potencialmente adversos de um agente num dado organismo, sistema ou população, em condições de exposição definidas (WHO, 2004 e USEPA, 1992).

A caracterização do risco engloba a estimativa do risco e a avaliação do risco. A estimativa do risco quantifica a probabilidade (incluindo as incertezas decorrentes) que os efeitos adversos

específicos irão provocar num organismo, sistema ou população, devido à exposição actual ou prevista. A avaliação do risco é o estabelecimento de uma relação qualitativa ou quantitativa entre riscos e benefícios da exposição a um agente (WHO, 2004; Pittinger et al, 1998 e USEPA, 1992).

A caracterização do risco deve fornecer uma compreensão coerente e abrangente dos riscos ambientais e é essencial que seja simples e transparente (Pittinger et al, 1998).

Nos últimos anos, nos Estados Unidos da América, um crescente número de cientistas ambientais tem adoptado a opinião de que “os dados toxicológicos são importantes, mas estes não significam nada sem informações quantitativas sobre a exposição humana”. Por este motivo, a cada ano desde 1990, a comunidade de toxicologia tem mostrado um crescente interesse na compreensão da avaliação da exposição, realizando-se pesquisas significativas para a identificação dos parâmetros de exposição (Rhomberg, 1997).

A psicologia da percepção do risco estuda os riscos ambientais que tendem a ter uma série de características que mostram a dificuldade que as pessoas têm em fazer avaliações de risco ou julgamentos de aceitabilidade. A investigação sobre a psicologia do risco mostra que nas avaliações de risco ambiental, as decisões políticas podem ser particularmente propensas a conflitos e mal comunicação entre as partes envolvidas. Os gestores de risco (governo, empresas e agencias de interesse ambiental) devem compreender o funcionamento destes processos, a fim de serem capazes de prever a percepção do risco e promover o diálogo. Uma decisão participativa, envolvendo os peritos e o público, oferece uma compreensão mais completa dos problemas da avaliação do risco e da gestão (Pidgeon & Beattie, 1998).



### 3. ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO

Inicialmente a legislação ambiental da União Europeia não foi baseada numa avaliação sistemática do risco, esta era geralmente destinada a corrigir problemas ambientais concebidos pelo mau controlo de processos indústrias. Os EUA têm, por outro lado, realizado muito trabalho para desenvolver a avaliação de risco e alargar o seu âmbito a áreas como a protecção do ambiente (King, 1998).

Embora o princípio de avaliação de risco seja aceite em muitas áreas da política da União Europeia, o seu papel exacto em casos específicos, continua a ser um objecto de debate. É necessário um esforço permanente a nível nacional e internacional, para melhorar e aumentar a utilidade e aceitação da avaliação de risco. Uma necessidade particular é desenvolver uma análise económica de custos-benefícios e chegar a um consenso, a nível nacional e internacional, sobre as metodologias e sobre a forma apropriada para aplicá-las (King, 1998).

A nível nacional, a Lei n.º11/87, de 7 de Abril - Lei de Base do Ambiente (alterada pela Lei n.º13/2002 de 19 de Fevereiro) tem como princípios gerais que todos os cidadãos têm o direito a um ambiente humano e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender, e que a política de ambiente optimiza e garante a continuidade de utilização dos recursos naturais, qualitativa e quantitativamente, como pressuposto básico de um desenvolvimento auto-sustentado.

A Directiva 93/67/CEE, de 20 de Julho, determina os princípios gerais para a avaliação dos riscos para o homem e para o ambiente das substâncias notificadas em conformidade com a Directiva 67/548/CEE. Algumas definições presentes são:

Identificação do Perigo – *“identificação dos efeitos adversos que uma substância pode intrinsecamente causar.”*

Avaliação dose (concentração) -resposta (efeito) – *“determinação da relação entre a dose ou o nível de exposição a uma substância e a incidência e gravidade de um efeito.”*

Avaliação da exposição – *“a determinação das emissões e dos percursos e da mobilidade de uma substância e a sua consequente decomposição ou degradação, de modo a estimar as concentrações/doses a que as populações humanas ou os compartimentos ambientais estão ou poderão eventualmente estar expostos.”*

Caracterização de risco – *“a estimativa da incidência e da gravidade dos efeitos adversos que podem ocorrer numa população humana ou num compartimento ambiental, devido à exposição efectiva ou previsível a uma substância, podendo incluir “estimativa dos riscos”, isto é, a quantificação dessa probabilidade.”*

O Regulamento (CEE) n.º793/93, de 23 de Março, refere-se a avaliação e controlo dos riscos ambientais associados às substâncias químicas existentes, organizado em quatro etapas: recolha de dados, determinação de prioridades (listas de substâncias prioritárias), análise do risco e redução do risco. Em conformidade com este regulamento foram criados outros, como por exemplo: o Regulamento (CE) n.º 1488/94 da Comissão, de 28 de Junho de 1994, relativo à avaliação dos riscos para o homem e para o ambiente associados às substâncias existentes e o Regulamento (CE) n.º 142/97 da Comissão de 27 de Janeiro de 1997 relativo à comunicação de informações sobre certas substâncias existentes.

O Decreto-Lei n.º 129/95, de 1 de Junho de 1995, confere à Direcção-Geral do Ambiente competência para a aplicação do Regulamento (CEE) n.º 793/93, do Conselho, de 23 de Março.

O Regulamento (CE) n.º 166/2006, de 18 de Janeiro, implementou um Inventário PRTR (*Pollutant Release and Transfer Register* – Registo de Emissões e Transferência de Poluentes). Conforme disposto no Artigo 5.º *“o operador de cada estabelecimento que realize uma ou mais das actividades especificadas no Anexo I excedendo os limiares de capacidade deve comunicar anualmente à autoridade competente as quantidades (...)”*. O inventário PRTR substituiu e completou o anterior inventário, EPER de 2004. As diferenças assentam nomeadamente na tipologia de emissões, o número de poluentes e as actividades abrangidas. A tipologia de emissões do PRTR abrange as emissões para o ar e água, também englobadas pelo EPER, e acrescenta as emissões para o solo e transferências para fora do local da instalação de água residual (destinadas a tratamento fora da instalação) e de resíduos perigosos e não perigosos. Este Regulamento substitui o Registo Europeu de Emissões de Poluentes (EPER), estabelecido pela Decisão da Comissão (2000/479/EC), de 15 de Julho de 2000, e altera as Directivas 91/689/CEE e 96/61/CE do Conselho.

O Regulamento (CE) n.º 1907/2006, de 18 de Dezembro, é relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição de substâncias químicas, que cria a Agência Europeia das Substâncias Químicas (ECHA). Este Regulamento revoga o Regulamento (CEE) n.º 793/93.

O Decreto-Lei n.º 127/2008, de 21 de Julho, assegura a execução e garante o cumprimento das obrigações decorrentes do Regulamento (CE) n.º166/2006, relativo à criação do Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes – E-PRTR.

O Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de Agosto, estabelece o regime de prevenção e controlo integrado da poluição provenientes de certas actividades e o estabelecimento de medidas destinadas a evitar, ou se tal não for possível, a reduzir as emissões para o ar, a água e o solo, a produção de resíduos e a poluição sonora, constituindo condição necessária do licenciamento ou da autorização dessas instalações. Algumas definições presentes:

Emissão – *“a libertação directa ou indirecta de substâncias, vibrações, calor ou ruído para o ar, a água ou o solo, a partir de fontes pontuais ou difusas com origem numa instalação.”*

Poluição – *“introdução directa ou indirecta, em resultado de acção humana, de substâncias, vibrações, calor ou ruído no ar, na água ou no solo, susceptíveis de: (i) prejudicar a saúde humana ou a qualidade do ambiente; (...)”*

Substância – *“qualquer elemento químico e seus compostos (...)”*

Valor limite de emissão – *“a massa, expressa em função de determinados parâmetros específicos, a concentração e ou o nível de uma emissão que não deve ser excedido durante um ou mais períodos determinados.”*

O Decreto-Lei n.º279/99, de 23 de Julho altera o Decreto-Lei n.º352/90, de 9 de Novembro, que estabelece o regime de protecção e controlo da qualidade do ar.

O Decreto-Lei n.º236/98, de 1 de Agosto, estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. O Decreto-Lei n.º390/99, de 30 de Setembro altera o Decreto-Lei n.º56/99, de 26 de Fevereiro, que transpõe para o direito interno a Directiva n.º86/280/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, relativa aos valores limite e aos objectivos de qualidade para a descarga de certas substâncias perigosas. A Portaria n.º429/99, de 15 de Junho, estabelece os valores limite de descarga das águas residuais, na água ou no solo, de estabelecimentos industriais.

A Portaria n.º792/98, de 22 de Setembro, aprova o modelo de mapa de registo de resíduos industriais. A Portaria n.º961/98 de 10 de Novembro, estabelece os requisitos a que deve obedecer o processo de autorização prévia de operações de armazenagem, tratamento,

valorização e eliminação de resíduos industriais, resíduos sólidos urbanos ou outros tipos de resíduos. O Decreto-Lei nº 321/99, de 11 de Agosto, estabelece as regras a que fica sujeito o licenciamento da construção, exploração, encerramento e monitorização de aterros para resíduos industriais banais.

Este conjunto de legislação é relevante para o estabelecimento das ferramentas de suporte ao índice de risco aqui proposto, e à análise dos seus resultados.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Estrutura metodológica

Este capítulo incidiu sobre as metodologias da dissertação, adaptadas do modelo RSEI. Apresenta-se uma pequena descrição sobre as emissões libertadas pelas indústrias (ar, água e solo), as estimativas das concentrações ambientais e como se quantificará o risco de acordo com níveis de referência cancerígenos e não cancerígenos. É fundamental neste capítulo apresentarem-se as expressões matemáticas, cujos resultados irão representar os valores de risco que posteriormente irão ser analisados e comparados.

A figura seguinte apresenta um fluxograma com a estrutura metodológica da presente dissertação.

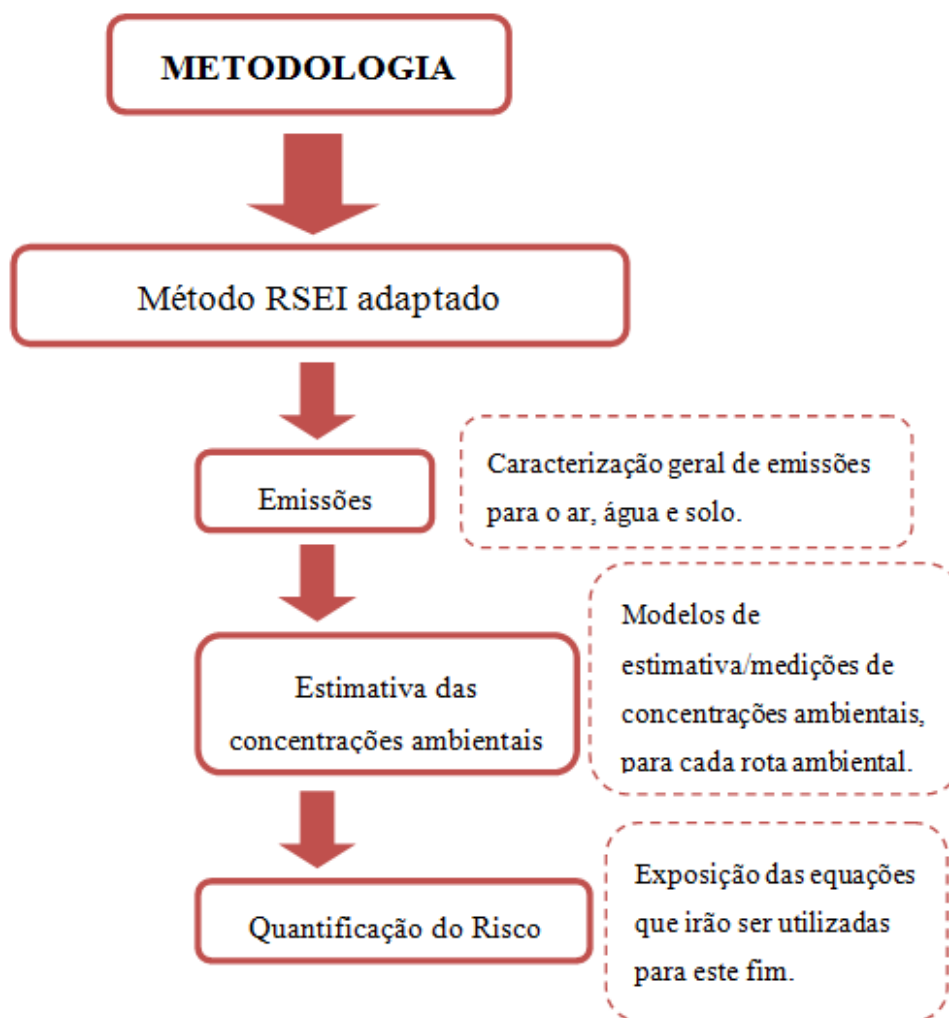


Figura 3. Fluxograma da estrutura metodológica utilizada na presente dissertação

## 4.2. Método RSEI adaptado

O modelo RSEI determina os valores que reflectem impactos relacionados com os riscos para a saúde humana por emissões de produtos químicos provenientes de indústrias (USEPA, 2010).

### 4.2.1. Emissões

É difícil considerar as emissões do ar, água e solo em separado, porque as substâncias químicas emitidas para a atmosfera, eventualmente, combinam-se com chuva ou neve e estabelecem-se na água ou no solo, assim como, os produtos voláteis do solo que evaporam e tornam-se poluentes atmosféricos (Zakrzewski, 2002). No entanto é pertinente fazer-se esta separação na presente dissertação.

As informações recolhidas para a presente dissertação foram obtidas através do E-PRTR (*European Pollutant Release and Transfer Register*). O E-PRTR proporciona fácil acesso a dados ambientais de instalações industriais em países da União Europeia. Para cada instalação são fornecidas informações sobre emissões de poluentes para a água, ar e solo, incluindo metais pesados, pesticidas, gases de efeito de estufa e dioxinas. Este registo contribui para melhorar o acesso do público à informação ambiental, contribuindo para a prevenção e redução da poluição e fornecendo dados para facilitar na tomada de decisões ambientais (EC, 2006 e EEA, 2011).

O caminho seguido nesta dissertação foi através da soma das emissões de cada indústria para cada substância e da sua diferenciação por cada concelho dos cinco distritos estudados, ou seja, 16 concelhos de Faro, 14 concelhos de Beja, 14 concelhos de Évora, 15 concelhos de Portalegre e 13 concelhos de Setúbal. No entanto apenas são utilizadas as emissões constantes no E-PRTR. Todas as unidades das emissões recolhidas foram convertidas para kg/ano.

Também existem indústrias em determinados concelhos que apenas emitem substâncias para uma determinada rota ambiental, ar ou água, estando indicado esta informação nas tabelas do Capítulo 5.

Os dados referentes às emissões anteriormente especificadas estão apresentados em tabelas no subcapítulo 6.2, referente à quantificação das emissões.

### Emissões Atmosféricas

Desde o início dos anos 80 que a preservação da qualidade do ar tem sido uma das principais preocupações da União Europeia (CCDRC, 2006). As emissões atmosféricas podem originar efeitos locais, regionais ou globais dependendo das condições meteorológicas e da área da reactividade do poluente (Rodrigues & Filho, 2008). Mas durante muitas décadas a poluição do ar considerava apenas uma importância local, restrita a áreas industriais urbanas. Actualmente com o reconhecimento da destruição do ozono estratosférico, o efeito estufa, a destruição de florestas e a acidificação de lagos e águas costeiras, a poluição atmosférica assumiu proporções globais (Zakrzewski, 2002).

Existe um grande número de actividades susceptíveis de gerar emissões gasosas poluentes, no entanto, a actividade industrial é uma das mais importantes, pois é a principal precursora da degradação da qualidade do ar. Torna-se cada vez mais importante obrigar o sector industrial, em geral, a adoptar estratégias e medidas preventivas integradas (CCDRC, 2006).

Os inventários de emissões têm sido elaborados ao longo dos anos, normalmente pedidos por agências ambientais de todo o mundo. A finalidade dos inventários é a totalização das emissões dos poluentes inventariados (Rodrigues & Filho, 2008). Para verificar a eficácia dos processos de controlo de emissões é necessário que haja uma rede de monitorização para analisar a evolução das concentrações dos poluentes atmosféricos (Ferreira, 2009).

Vários países têm adaptado métodos de avaliação de risco como ferramentas importantes na regulação de emissões de químicos para a atmosfera. A avaliação de riscos de emissões para a atmosfera geralmente envolve o seguinte: caracterização das fontes de emissão; simulação computacional de dispersão atmosférica; avaliação da dose-resposta; previsão de exposição por via directa e indirecta; e caracterização do risco. As emissões de rotina a longo prazo, a curto prazo e as descargas acidentais devem ser consideradas na avaliação (Quint, 1998).

Os estudos relativos aos potenciais efeitos sobre a saúde na proximidade com fontes pontuais de poluição de ar incluem: dados de saúde, dados sobre a população (para permitir estimativas de risco) e dados de poluição do ar. Uma evolução da cobertura geográfica, qualidade e disponibilidade de dados ambientais, especialmente os dados de poluição do ar, estão a levar a uma melhor modelação dos riscos em causa e à sua relação com os dados de saúde (Ayres et al, 2006).

É necessário reunir e integrar um conjunto de dados numa escala geográfica, incluindo os dados relativos à saúde. A estimativa da exposição da população aos poluentes é muitas vezes inexistente, realizando-se estudos de modelos simples de dispersão radial para poder capturar adequadamente a exposição da população (Ayres et al, 2006).

### Emissões para o Solo

A contaminação do solo pode ser lenta e gradual resultante da aplicação contínua de efluentes líquidos industriais ou provenientes das pecuárias intensivas, de estrumes, de lamas de depuração, de produtos fitofarmacêuticos, de adubos e de água de rega contaminada ou, ainda, as deposições atmosféricas resultantes da actividade industrial. Esta contaminação imediata e difícil de remediar, também pode ser proveniente de eventos específicos, tais como derramamentos acidentais de efluentes industriais e depósitos de resíduos (Calouro, 2005).

A aplicação da avaliação de risco para o tratamento de diferentes resíduos e problemas de eliminação tem variado em termos de desenvolvimento. Um exemplo a seguir é o caso do Reino Unido, onde, o papel da avaliação de risco no fornecimento para a análise da aceitabilidade dos riscos potenciais e optimização do projecto de engenharia tem sido bastante desenvolvido (Petts, 1998).

É de salientar que no presente estudo não foram encontrados registos de emissões para o solo, no respectivo ano e nas respectivas regiões no E-PRTR, pelo que se admitiu um valor de 5% das emissões provenientes da água. Este facto deve-se às descargas de poluentes, de instalações industriais, em águas que acabam por se depositar nos solos admitindo-se assim que 5% das emissões para a água recolhidas em E-PRTR são emissões que irão contaminar os solos.

### Emissões para a água

A poluição das águas superficiais e subterrâneas está ligada à utilização incontrolada de adubos e produtos fitofarmacêuticos e à má gestão dos resíduos orgânicos gerados nas explorações agro-pecuárias. Esta poluição pode ser pontual, com descargas directas nos cursos de água de efluentes não tratados, ou difusa, com origem, por exemplo, em compostos distribuídos e incorporados no solo através dos fertilizantes e dos produtos fitofarmacêuticos (Calouro, 2005).

As espécies aquáticas em contacto com águas quimicamente contaminadas tornam-se impróprias para consumo humano (Zakrzewski, 2002).

A água potável tem uma ampla variedade de usos e riscos associados a esses usos. É por isso importante aplicar uma avaliação e gestão de risco (Hedgecote & Dobbs, 1998).

#### **4.2.2. Estimativa das concentrações ambientais**

Uma vez na posse de dados sobre emissões, torna-se necessário obter estimativas e/ou medições de concentrações nos receptores.

A modelação permitiu adquirir conhecimento sobre as concentrações dos produtos químicos no ambiente. As informações sobre a quantidade de produtos químicos emitidos por unidade de tempo são introduzidas em modelos matemáticos criados, que representam a dispersão do produto químico. Estes modelos podem ser calibrados com dados reais de certas substâncias químicas e depois utilizados com medições que não estão disponíveis (Rodricks, 2007).

A modelação computacional mostra-se uma eficaz ferramenta, permitindo através de métodos numéricos, fazer-se análises antes inviáveis (Medeiros et al, s/d). Um modelo é uma simplificação da realidade, ou seja, é construído para aumentar o conhecimento em atributos dos sistemas físico, biológico, económico e social. Este representa em termos matemáticos e estatísticos, o comportamento de processos destes sistemas (USEPA, 2009a).

A USEPA recomenda uma extensa série de modelos para informar as decisões que suportam a protecção do ambiente natural – ar, água e solo (USEPA, 2009a).

Os modelos de emissões estimam a taxa ou a quantidade de emissões poluentes para os recursos hídricos e atmosféricos e são usados para gerar inventários de emissões, podendo servir como entrada para modelos de destino e transporte. Os modelos de destino e transporte calculam o movimento de poluentes no ambiente e são categorizados por meio de transporte (ar, subsolo, águas subterrâneas e superficiais) (USEPA, 2009a).

Os modelos de qualidade de águas superficiais estão relacionados com os modelos hidrológicos. Estes últimos prevêm fluxos de massas de água e escoamentos, onde existe o transporte de contaminantes aquosos (USEPA, 2009a).

Alguns desses modelos são: o modelo HSPF que é um modelo de Bacias Hidrográficas que simula a carga poluente difusa e o escoamento, em processos de transporte e destino nos rios; e o modelo WASP prevê respostas de qualidade de água para poluentes em sistemas aquáticos (USEPA, 2009a).

Os modelos de transporte subterrâneo são dirigidos por propriedades físicas e químicas dos poluentes, pela natureza heterogênea do solo e pelo grau de saturação do subsolo. Estes modelos são utilizados para avaliar o destino dos contaminantes nos sedimentos (USEPA, 2009a).

Os modelos são adaptados aos objectivos específicos aplicados, por exemplo, a avaliação do destino de descarga de contaminantes em depósitos de armazenamento subterrâneo de gasolina ou de lixiviados em aterros. Muitos modelos simulam o transporte de poluentes líquidos, no entanto alguns simulam igualmente o transporte de gás no subsolo (USEPA, 2009a).

Alguns desses modelos são: o modelo PRZM estima o destino de pesticidas e azoto nas culturas e pode simular no solo a temperatura, o transporte de fase de vapor e volatilização, irrigação e transformação microbiana; o modelo BIOPLUME simula os contaminantes orgânicos em águas subterrâneas, adequado aos processos naturais de dispersão, advecção, sorção e biodegradação; o modelo MODFLOW simula o fluxo de água subterrânea no solo, assim como, simula fluxos associados a tensões externas como poços, evapotranspiração, escoamentos e rios; o modelo MT3D simula processos de advecção, dispersão e reacções químicas de contaminantes de uma única espécie, em sistemas de escoamento das águas subterrâneas tanto em duas como em três dimensões; e o modelo MT3DMS (idêntico ao anterior) é tridimensional de transporte do tipo “multi-espécies” (vários compostos) (USEPA, 2009a; Harbaugh, 2005; Zheng, 1990; Zheng & Wang, 1999 e Zheng et al, 2010).

Os modelos que simulam as concentrações de poluentes no ar podem ser modelos de pluma, modelos de rede e modelos de receptor. Os modelos de pluma são utilizados para avaliar os impactos de novas fontes ou fontes de emissões modificadas na qualidade do ar ou para avaliar as concentrações tóxicas do ar próximas das fontes. Os modelos de rede são utilizados para avaliar as concentrações de poluentes em bacias atmosféricas regionais, a fim de desenvolver planos e normas com o objectivo de alcançar padrões de qualidade do ar. Os modelos de receptor são utilizados para determinar a contribuição estatística de várias fontes

para concentrações de poluentes num determinado local, com base nas quantidades relativas de poluentes na fonte e no receptor (USEPA, 2009a).

Alguns destes modelos são: o modelo CMAQ simula as propriedades físicas e químicas relacionadas com a transformação e distribuição de gases vestigiais atmosféricos e fornece estimativas de gases tóxicos, partículas, ozono e deposição ácida. Este modelo tem três componentes: um sistema meteorológico, um modelo de para emissões antropogénicas e naturais e um sistema de modelação de transporte químico. Outro modelo é REMSAD, que simula o impacto das concentrações de poluentes calcula a concentração de poluentes quimicamente reactivos e inertes (USEPA, 2009a).

O modelo ISCST3 (*Industrial Source Complex Short Term version 3*) considera o Método Gaussiano e foi desenvolvido pela USEPA, sendo operacionalizado através do *Software ISC-AERMOD View* e é utilizado para a modelação de emissões de fontes pontuais (Primo, 2005).

Em 2005, a EPA substituiu o modelo ISCST3, pelo modelo AERMOD (*American Meteorology Society-Environmental Protection Agency Regulatory Model*), para fins de licenciamento ambiental de instalações industriais (USEPA, 2005). O modelo AERMOD utiliza dados de superfície e altitude para estimar a distribuição vertical do campo de vento, temperatura e turbulência (USEPA, 2009). O modelo CALPUFF também é um modelo de dispersão que assimila dados meteorológicos de uma ou mais estações através do módulo CALMET, referenciado pela EPA e simula o transporte a longas distâncias de poluentes (USEPA, 2008).

Apesar de existir estes modelos específicos para cada rota ambiental, utiliza-se na presente dissertação uma abordagem mais holística através de modelos de fugacidade, onde os fluxos entre componentes e as concentrações de equilíbrio são determinados recorrendo a modelos de fugacidade (Mackay, 2001).

#### **4.2.2.1. Modelos de Fugacidade**

As quantidades de químicos presentes em compartimentos ou fases como no ar, água ou organismos são expressas em concentrações, como  $\text{ng/m}^3$ ,  $\text{mg/L}$ ,  $\text{ug/g}$ , ou  $\text{mol/L}$ , para efeitos de modelação, monitorização e regulamentação. Estas concentrações directamente não transmitem qualquer informação sobre o estado de equilíbrio relativo entre as fases. Para obter estas informações são necessários coeficientes de partição de equilíbrio (Mackay et al, 2009).

Em termos de fugacidade, o estado de equilíbrio entre as fases torna-se evidente quando as fases atingem o equilíbrio dos critérios termodinâmicos de fugacidade, actividade ou pressão parcial são iguais. (Mackay et al, 2009).

O modelo de fugacidade utilizado no presente estudo foi o modelo EQC (*Equilibrium Criterion*). O modelo EQC utiliza as propriedades físico-químicas de um produto químico para quantificar o seu comportamento e avaliá-lo no ambiente. Este modelo combina o cálculo de três níveis, I, II e III num único modelo. O ambiente é fixo para facilitar a comparação de químico para químico (Webster et al, 2005). O nível I e II assumem que o equilíbrio termodinâmico é alcançado. O nível II inclui processos de advecção e reacção. O nível III é de não equilíbrio, a avaliação do destino dos contaminantes no ambiente é no estado estacionário (Mackay, 2001).

Todos os dados químicos necessários para o cálculo do nível III são exigidos pelo modelo EQC com excepção à degradação de meia-vida de aerossóis, partículas em suspensão e peixes que são considerados iguais aos do ar e água, respectivamente (Webster et al, 2005).

O modelo EQC é útil para estabelecer as características gerais do comportamento de um produto químico novo ou já existente, ou seja, na medida em que o químico tenderá a partilhar-se pelas componentes ambientais, os mecanismos de perda primária e a tendência intermédia de transporte. Podem ser explorados os resultados de vários cenários de emissões (Webster et al, 2005).

Para o cálculo do nível I e II no modelo EQC, as quantidades utilizadas e a taxa de descarga do químico são definidas. Para o cálculo do nível III, é necessário especificar as emissões para o ar, água e solo (Webster et al, 2005).

A área para uma avaliação evolutiva deve ser suficientemente grande para que a dispersão do vento não domine a distribuição da concentração, por exemplo 10km. Esta área é suficientemente abrangente para mostrar o comportamento das trocas químicas no ambiente, sem que os padrões de vento interfiram (Webster et al, 2005).

### 4.2.3. Caracterização do Risco

Toda a população mundial está exposta a substâncias cancerígenas presentes no ar, água, solos, alimentos e produtos de consumo (Rodricks, 2007). O risco cancerígeno está no centro da análise de risco para a saúde humana (Rice, 2005).

O risco por exposição ambiental é responsável por uma fracção substancial da existência de cancro. A exposição a poluentes ambientais provoca cerca de 5% das mortes anuais por cancro nos Estados Unidos da América (NIH, 2003). No entanto, estes riscos não estão distribuídos igualmente entre a população, por exemplo, os trabalhadores de indústrias estão expostos a substâncias cancerígenas em níveis mais elevados do que a população em geral (Rodricks, 2007).

A Agência Internacional para a Pesquisa sobre o Cancro (IARC), em 1969 iniciou um programa para avaliar o risco de produtos químicos cancerígenos para os humanos, realizando monografias sobre produtos químicos individuais. A produção de monografias tem sido desenvolvida, ao longo do tempo, para envolver estimativas de exposição a misturas complexas de substâncias químicas e de exposição a outros agentes, como a radiação e vírus (WHO, 1987 e Rice, 2005).

Algumas pessoas são mais propensas a desenvolver cancro do que outras devido a certos factores intrínsecos. Por exemplo, alguns indivíduos herdam ou adquirem as seguintes condições: genes alterados nas células corporais, níveis anormais de hormonas na corrente sanguínea, ou um sistema imunitário enfraquecido. Cada um destes factores poderá fazer um indivíduo mais susceptível ao cancro (NIH, 2003).

Factores ambientais, tais como vírus, radiação solar e produtos químicos interagem com as células durante toda a nossa vida. Ao longo do tempo substâncias no ambiente podem causar alterações genéticas, que podem acumular-se dentro das nossas células. A probabilidade de uma pessoa desenvolver cancro em resposta a um agente ambiental depende de alguns factores, como a interacção por longos períodos, a quantidade de vezes que a pessoa é exposta à substância, a sua exposição a outros agentes, factores genéticos, estilo de vida, saúde, idade e sexo. Devido à interacção de muitos factores, é possível mais difícil prever se a exposição a uma substância no ambiente faz com que um indivíduo desenvolva cancro ou não (NIH, 2003).

O processo de quantificação de risco para a saúde é diferente para os agentes cancerígenos e não cancerígenos (USEPA, 1989a).

Para quantificar o risco cancerígeno, baseia-se na relação dose-resposta que é linear em doses baixas, a equação (3), pressupõe que o risco está directamente relacionado com a ingestão, assumindo uma linearidade de respostas em doses baixas. No entanto, esta equação linear apenas é válida em níveis de baixo risco. Se o quociente de risco (CSF) for zero, logo a relação entre a exposição e o risco é nula, isto é, não existe relação entre as variáveis, o que não indica necessariamente que não exista risco (USEPA, 1989a; Paustenbach, 2002 e Ricci, 2006).

$$Risk = LADD \times CSF \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

Risco = probabilidade de um indivíduo desenvolver cancro (-)

LADD = dose diária média durante a vida (M/(M T), usualmente mg/kg dia) (*Life average daily dose*)

CSF = quociente de risco ((M/(M T))<sup>-1</sup>, usualmente (mg/(kg dia))<sup>-1</sup> (*cancer slope factor*))

A quantificação do risco não cancerígeno baseia-se no pressuposto que existe um nível de exposição baixo, no qual é improvável que existam efeitos adversos à saúde, mesmo em populações sensíveis. Para avaliar o risco não cancerígeno utiliza-se um método comum que relaciona a exposição à toxicidade e gera um “quociente de perigo” (HQ) (Equação 4) (USEPA, 1989a e Paustenbach, 2002).

$$HQ = \frac{E}{RfD} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

HQ = quociente de perigo não cancerígeno (-)

E = nível de exposição ou ingestão (M/(M T), usualmente mg/kg/dia)

RfD = dose de referência (M/(M T), usualmente mg/kg/dia)

Para avaliar a potencial de toxicidade de efeitos adversos que ocorrem em populações específicas, comparam-se os dados de exposição a critérios pré-estabelecidos, gerando assim uma caracterização do risco. Esses critérios podem aplicar-se a uma população em geral ou a trabalhadores ocupacionais, podem ser baseados em exposições de curto ou longo prazo, e podem estar associados a efeitos cancerígenos ou não-cancerígenos. Os critérios de toxicidade estabelecidos também podem representar padrões vinculativos de agências ou podem reflectir níveis de orientação recomendados ou níveis aceitáveis (Paustenbach, 2002).

Admite-se que os seres humanos podem ser expostos a um produto químico durante um determinado período de tempo sem sofrer efeitos adversos, mediante determinadas doses. A EPA estabeleceu critérios não cancerígenos para a maioria dos produtos químicos, incluindo doses de referência e concentrações de referência. Os níveis aceitáveis de absorção dérmica são geralmente calculados com base nos critérios por via oral ou por inalação (Paustenbach, 2002).

A dose de referência (RfD) é definida como "... uma estimativa de uma exposição oral diária para a população humana que é provável que seja ausente de riscos de efeitos nocivos consideráveis ao longo da vida ...". A concentração de referência (RfC) apresenta a mesma definição, apenas que se refere a "exposição por inalação contínua" ao longo da vida. Ambos os valores de referência são geralmente derivados de NOAEL (*no-observable-adverse-effect level* - nível de concentração para o qual não foi observado efeito adverso na saúde), LOAEL (*lowest-observable-adverse-effect level* – menor nível de concentração para o qual foram detectados efeitos adversos na saúde), que são identificadas normalmente em estudos de animais de laboratório, no entanto apenas 20% destes valores são baseados em estudos epidemiológicos humanos (Paustenbach, 2002). O Anexo D indica os valores da dose de referência para a quantificação do risco não cancerígeno (RfD) e o valor do quociente de risco para a quantificação do risco cancerígeno (CSF) para cada substância química estudada.

Para reflectir a toxicidade relativa de substâncias cancerígenas, a EPA estabeleceu valores de potência. São tipicamente expressas por CSF (*cancer slope factor* - quociente de risco cancerígeno) (Paustenbach, 2002).

Os valores para estes parâmetros, apresentados no Anexo D, foram retirados de diversas fontes, referidas de seguida por lista de precedência:

- IRIS (*Integrated Risk Information System, U.S. Environmental Protection Agency USEPA*) - é um Sistema Integrado de Informações de Risco da EPA e está disponível na internet (em <http://www.epa.gov/iris/>). Este sistema fornece informações sobre avaliações de toxicidade química para efeitos cancerígenos e não cancerígenos de produtos químicos, fornece informações básicas sobre os estudos utilizados para desenvolver as avaliações de toxicidade e os valores numéricos de toxicidade utilizados pela EPA para caracterizar os riscos desses produtos químicos;
- TSDCPF (*Technical Support Document for Cancer Potency Factors, Appendix H*) – é um documento de suporte técnico para factores de potência de cancro, desenvolvido pela OEHHA (*Office of Environmental Health Hazard Assessment*) e está disponível na internet (em [http://oehha.ca.gov/air/hot\\_spots/tsd052909.html](http://oehha.ca.gov/air/hot_spots/tsd052909.html)). Estes documentos apresentam uma metodologia que reflecte os conhecimentos científicos e técnicos desenvolvidos;
- TSDNC (*Technical Support Document for Non-Cancer Appendix B*) – é um documento de suporte técnico para níveis de referência de exposição não cancerígena desenvolvido pela OEHHA e está disponível na internet (em [http://www.oehha.ca.gov/air/hot\\_spots/rels\\_dec2008.html](http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/rels_dec2008.html));
- CREL (*Chronic Reference Exposure Levels – Fluorides*) – é um documento de suporte técnico para níveis de referência de exposição crónica não cancerígena de fluoretos desenvolvido pela OEHHA e está disponível na internet (em [http://www.oehha.ca.gov/air/chronic\\_rels/HyFluoCREL.html](http://www.oehha.ca.gov/air/chronic_rels/HyFluoCREL.html));
- E outras fontes de informação referidas no Anexo D.

## 5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente capítulo é apresentada uma caracterização muito breve da área de estudo.

Esta abrange cinco distritos: Portalegre, Évora, Beja, Setúbal e Faro, e os respectivos concelhos. No entanto nem para todos os concelhos existem dados sobre as emissões industriais nas bases de dados consultadas dada a sua pequena dimensão, pelo que apenas são referidos os concelhos estudados em que essa informação existe.

As tabelas seguintes, correspondentes aos cinco distritos, apresentam os valores relativos aos concelhos estudados por área, população total exposta e as rotas ambientais. Os dados da população são referentes ao ano de 2011 e foram adquiridos através de um documento do Instituto Nacional de Estatística, censos de 2011 (INE, 2011).

**Tabela 1.** Distrito de Setúbal (adaptado de INE, 2011).

<b>Concelho</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>População exposta total (habitantes)</b>	<b>Rotas Ambientais</b>
<b>Sines</b>	202,67	14 260	Água/solo/ar
<b>Setúbal</b>	193,59	120 791	Água/solo/ar
<b>Barreiro</b>	32,01	79 042	Água/solo/ar
<b>Palmela</b>	465,86	62 549	Água/solo/ar
<b>Seixal</b>	95,70	157 981	Água/solo/ar
<b>Santiago do Cacém</b>	1 059,07	29 720	Água/solo/ar
<b>Montijo</b>	340,55	51 308	Ar
<b>Alcácer do Sal</b>	1 501,76	12 980	Ar
<b>Alcochete</b>	132,82	17 565	Ar
<b>Moita</b>	54,60	66 311	Água/solo/ar
<b>Sesimbra</b>	195,66	49 183	Ar
<b>TOTAL</b>	4 274,30	661 690	–

**Tabela 2.** Distrito de Portalegre (adaptado de INE, 2011).

<b>Concelho</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>População exposta total (habitantes)</b>	<b>Rotas Ambientais</b>
<b>Avis</b>	605,91	4 576	Ar
<b>Portalegre</b>	448,08	24 973	Ar
<b>Ponte de Sôr</b>	839,52	16 691	Ar
<b>TOTAL</b>	1 893,51	46 240	–

**Tabela 3.** Distrito de Évora (adaptado de INE, 2011).

<b>Concelho</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>População exposta total (habitantes)</b>	<b>Rotas Ambientais</b>
<b>Évora</b>	1 306,28	57 073	Ar
<b>Montemor-o-Novo</b>	1 232,38	17 409	Água/solo/ar
<b>Vendas Novas</b>	224,99	11 837	Água/solo/ar
<b>Mora</b>	443,52	5 009	Ar
<b>Arraiolos</b>	682,72	7 352	Ar
<b>Estremoz</b>	513,73	14 328	Ar
<b>TOTAL</b>	4 403,63	113 008	–

Tabela 4. Distrito de Beja (adaptado de INE, 2011).

<b>Concelho</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>População exposta total (habitantes)</b>	<b>Rotas Ambientais</b>
<b>Beja</b>	1 146,52	35 730	Ar
<b>Cuba</b>	172,99	4 883	Ar
<b>Moura</b>	958,65	15 186	Ar
<b>Castro Verde</b>	569,34	7 232	Água/solo/ar
<b>Ferreira do Alentejo</b>	646,11	8 265	Ar
<b>TOTAL</b>	3 493,61	71 296	–

Tabela 5. Distrito de Faro (adaptado de INE, 2011).

<b>Concelho</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>População exposta total (habitantes)</b>	<b>Rotas Ambientais</b>
<b>Portimão</b>	181,55	55 818	Água/solo/ar
<b>Loulé</b>	765,01	70 240	Água/solo/ar
<b>Lagos</b>	213,04	30 755	Água/solo
<b>Albufeira</b>	140,70	40 657	Água/solo
<b>TOTAL</b>	1 300,30	197 470	–



## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1. Estrutura do Capítulo**

Neste Capítulo são apresentados os resultados obtidos, e efectuada a sua análise.

O subcapítulo seguinte (6.2) é referente à quantificação de emissões, ou seja, são apresentados os valores correspondentes às emissões libertadas pelas indústrias para três componentes ambientais (ar, água e solo).

O subcapítulo (6.3) é relativo à estimativa das concentrações ambientais. Numa primeira fase é descrito o programa EPI Suite, onde se recolheram os dados das substâncias. Estes foram introduzidos juntamente com os valores de emissões no modelo EQC a fim de se determinarem as concentrações. Numa segunda fase utilizam-se estas concentrações ambientais para determinar a Dose Média Diária durante o tempo de vida (LADD) de cada substância para cada rota de exposição humana – inalação de ar, ingestão de água, contacto dérmico da água, ingestão de solo e contacto dérmico do solo. Estes valores serão utilizados posteriormente para o cálculo do valor do risco das substâncias em estudo.

Posteriormente estão os subcapítulos dos resultados da quantificação do risco cancerígeno (6.5) e os resultados da quantificação do risco não cancerígeno (6.6) que identificam os valores de risco cancerígeno e não cancerígeno de cada substância, para cada distrito, concelho e rota de exposição, analisando-os e comparando-os.

A figura seguinte expõe um fluxograma com a estrutura deste capítulo, com o intuito de facilitar a compreensão das diferentes etapas realizadas.

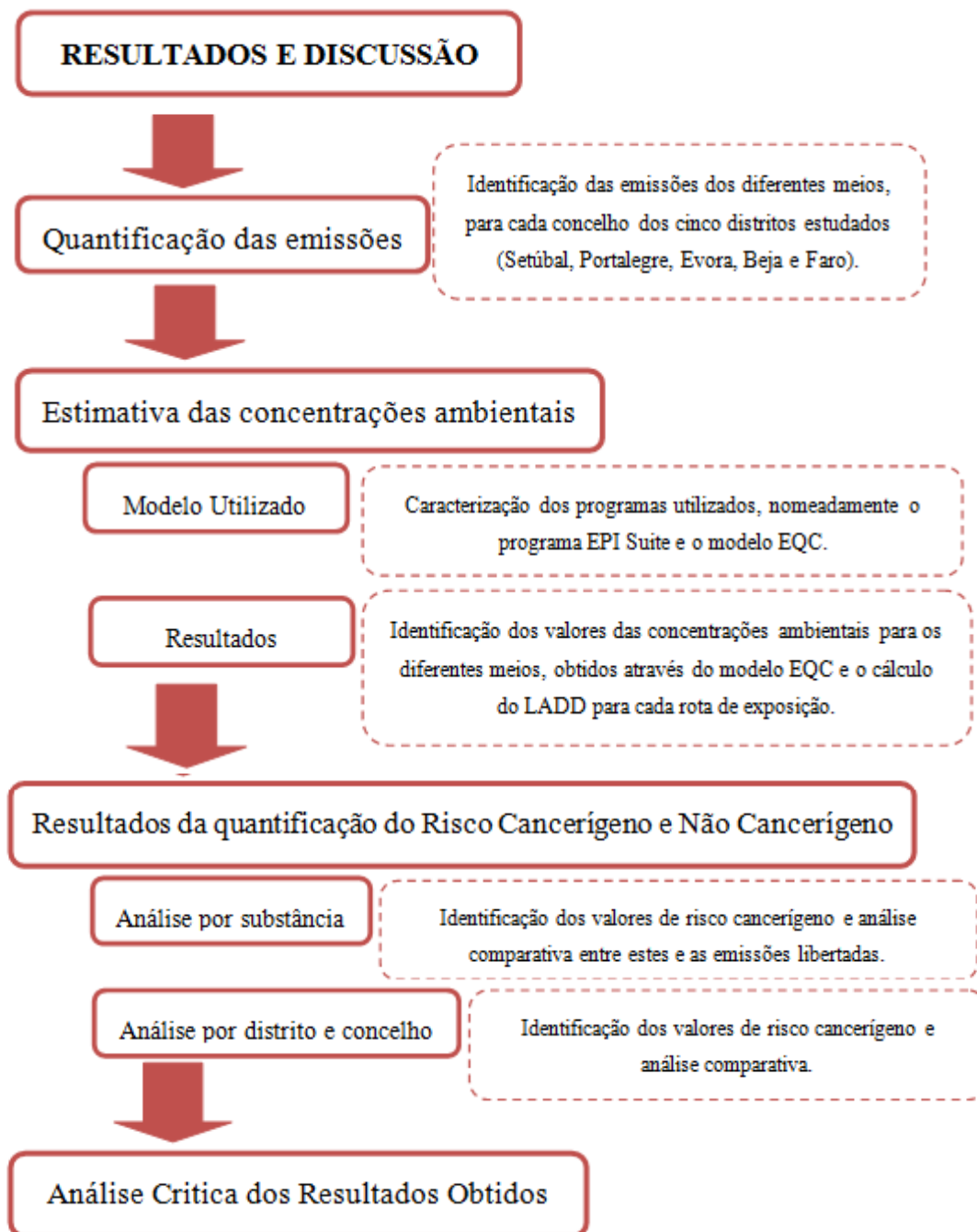


Figura 4. Fluxograma da estrutura dos resultados utilizada na presente dissertação.

## 6.2. Quantificação das emissões

As emissões utilizadas na presente dissertação foram retiradas do E-PRTR (EEA, 2011) e são referentes ao ano de 2008. As informações recolhidas neste inventário de emissões directas para o ar, água e solo são referentes a cada indústria, e para cada substância emitida. As tabelas seguintes (6-18) apresentam os valores das emissões de cada substância para o ar, água e solo, diferenciando os concelhos. Todas as informações necessárias para se apresentarem os valores referidos nas tabelas estão explicadas no subcapítulo 4.2.1.

Os contaminantes analisados e estudados na presente dissertação são: a Amónia (NH<sub>3</sub>), Arsénio e os seus compostos (expresso em As), Azoto total (N), Benzeno, Cádmio e os seus compostos (expresso em Cd), Chumbo e os seus compostos (expresso em Pb), Cloretos (expresso em Cl total), Cobre e os seus compostos (expresso em Cu), Crómio e os seus compostos (expresso em Cr), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Fenol, Fluoretos (expresso em F total), Fósforo total (P), Hexabromobifenilo, Mercúrio e os seus compostos (expresso em Hg), Metano (CH<sub>4</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Naftaleno, Níquel e os seus compostos (expresso em Ni), Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Pentaclorofenol, Simazina, Triclorobenzeno (todos os isómeros), Triclorometano e o Zinco e os seus compostos (expresso em Zn).

As tabelas numeradas de 6 a 10, apresentadas de seguida, fornecem os registos de emissões de cada contaminante para o ar de cada concelho dos distritos de Setúbal, Beja, Portalegre, Évora, e Faro.

**Tabela 6.** Quantificação de emissões para o ar de cada concelho, para o distrito de Setúbal (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

Substâncias	Concelhos				
	Sines	Setúbal	Barreiro	Palmela	Seixal
<b>Triclorometano</b>	–	4520	–	–	–
<b>Triclorobenzeno</b>	–	25	–	–	–
<b>Óxido Nitroso</b>	98 300	32 000	322 000	–	–
<b>Dióxido de Carbono</b>	8734 x 10 <sup>6</sup>	1985 x10 <sup>6</sup>	859 x 10 <sup>6</sup>	–	109 x 10 <sup>6</sup>
<b>Metano</b>	165 000	804 000	–	9 050 000	4 430 000

Resultados e Discussão

<b>Arsénio</b>	64	133	62	–	55
<b>Níquel</b>	5 173	5 758	2 206	87,0	–
<b>Cádmio</b>	804	225	50	–	137
<b>Crómio</b>	640	303	124	–	–
<b>Cobre</b>	613	234	–	–	169
<b>Mercúrio</b>	328	139	37	–	15
<b>Zinco</b>	3 516	1 050	–	–	31 500
<b>Chumbo</b>	1 230	–	–	–	825
<b>Amónia</b>	–	161 000	30 400	19 300	–
<b>Óxidos de Azoto</b>	18 922 000	5 921 000	1 385 000	–	133 000
<b>Monóxido de Carbono</b>	659 000	4 310 000	–	–	13 734 000
<b>Benzeno</b>	–	11 140	–	–	–

Continuação da tabela anterior.

Substâncias	Concelhos					
	Santiago do Cacém	Montijo	Alcácer do Sal	Alcochete	Moita	Sesimbra
<b>Triclorometano</b>	–	–	–	–	–	–
<b>Triclorobenzeno</b>	–	–	–	–	–	–
<b>Oxido Nitroso</b>	10 800	–	–	–	–	–
<b>Dióxido de Carbono</b>	–	–	–	–	–	–
<b>Metano</b>	2 288 000	–	–	–	–	–
<b>Arsénio</b>	–	–	–	–	–	–
<b>Níquel</b>	–	–	–	–	–	–
<b>Cádmio</b>	–	–	–	–	–	–
<b>Crómio</b>	–	–	–	–	–	–
<b>Cobre</b>	–	–	–	–	–	–
<b>Mercúrio</b>	–	–	–	–	–	–

<b>Zinco</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Chumbo</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Amónia</b>	302 500	121 700	27 500		31 700	40 700
<b>Óxidos de Azoto</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Monóxido de Carbono</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Benzeno</b>	-	-	-	-	-	-

(-) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

**Tabela 7.** Quantificação de emissões para o ar de cada concelho, para o distrito de Beja (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

<b>Substâncias</b>	<b>Concelhos</b>			<b>Castro Verde</b>	<b>Ferreira do Alentejo</b>
	<b>Beja</b>	<b>Cuba</b>	<b>Moura</b>		
<b>Metano</b>	785 000	159 000	-	-	-
<b>Amónia</b>	-	56 100	24 600	75 100	66 400

(-) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

**Tabela 8.** Quantificação de emissões para o ar de cada concelho, para o distrito de Portalegre (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

<b>Substâncias</b>	<b>Concelhos</b>		
	<b>Avis</b>	<b>Portalegre</b>	<b>Ponte de Sôr</b>
<b>Metano</b>	220 000	-	-
<b>Óxidos de Azoto</b>	-	184 000	-
<b>Amónia</b>	-	-	43 000

(-) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

## Resultados e Discussão

**Tabela 9.** Quantificação de emissões para o ar de cada concelho, para o distrito de Évora (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

Substâncias \ Concelhos	Concelhos					
	Évora	Montemor-o-Novo	Vendas Novas	Mora	Arraiolos	Estremoz
<b>Metano</b>	1 290 000	124 000	–	–	–	–
<b>Oxido Nitroso</b>	–	–	10 200	–	–	–
<b>Níquel</b>	–	–	–	85	–	–
<b>Amónia</b>	24 800	378 500	161 100	62 700	130 800	116 200
<b>Óxidos de Azoto</b>	–	–	658 000	–	–	–

(–) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

**Tabela 10.** Quantificação de emissões para o ar de cada concelho, para o distrito de Faro (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

Substâncias \ Concelhos	Concelhos	
	Portimão	Loulé
<b>Metano</b>	843 000	2 500 000
<b>Dióxido de Carbono</b>	–	476 x 10 <sup>6</sup>
<b>Amónia</b>	–	20 400
<b>Óxidos de Azoto</b>	–	802 000

(–) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

As tabelas numeradas de 11 a 14, apresentadas em seguida, fornecem os registos de emissões de cada contaminante para a água de cada concelho dos distritos de Setúbal, Beja, Évora e Faro. O distrito de Portalegre não se encontra nas tabelas seguintes por ausência de dados de emissões para a água e conseqüentemente para o solo. Como referido anteriormente em todos os concelhos estão registadas as indústrias que emitem substâncias para o solo, água e ar.

**Tabela 11.** Quantificação de emissões para a água de cada concelho, para o distrito de Setúbal (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

Substâncias	Concelho						
	Sines	Setúbal	Barreiro	Palmela	Seixal	Santiago do Cacém	Moita
<b>Cloretos</b>	–	112x10 <sup>5</sup>	118x10 <sup>5</sup>	–	–	–	–
<b>Fluoretos</b>	548 000	2 070	–	–	–	–	–
<b>Azoto</b>	281x10 <sup>5</sup>	56 600	564 700	–	–	–	–
<b>Fósforo</b>	10 900	52 500	–	–	–	–	–
<b>Arsénio</b>	26,9	214	27,3	–	6,41	–	–
<b>Níquel</b>	78,3	443	–	104	–	–	–
<b>Cádmio</b>	5,23	52,8	60,6	–	–	–	–
<b>Crómio</b>	52,2	148	–	–	–	–	–
<b>Cobre</b>	162	148	–	–	–	69	55
<b>Mercúrio</b>	5,88	5	–	–	–	–	–
<b>Zinco</b>	679	798	1 070	–	–	–	–
<b>Chumbo</b>	31,3	164	199	–	–	–	–
<b>Fenol</b>	676	61,6	–	–	40,3	–	–
<b>Naftaleno</b>	444	–	–	–	–	–	–
<b>Simazina</b>	1,41	–	–	–	–	–	–
<b>Hexabromobifenilo</b>	0,26	–	–	–	–	–	–
<b>Pentaclorofenol</b>	5,23	–	–	–	–	–	–

(–) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

**Tabela 12.** Quantificação de emissões para a água de cada concelho, para o distrito de Beja (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

Substâncias	Concelho	
	Castro Verde	
<b>Arsénio</b>	44	
<b>Fenol</b>	21	

(–) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

**Tabela 13.** Quantificação de emissões para a água de cada concelho, para o distrito de Évora (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

Substâncias	Concelho	
	Montemor-o-Novo	Vendas Novas
<b>Cobre</b>	67,4	90,3
<b>Zinco</b>	–	151

(–) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

**Tabela 14.** Quantificação de emissões para a água de cada concelho, para o distrito de Faro (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

Substâncias	Concelho			
	Portimão	Loulé	Lagos	Albufeira
<b>Cloretos</b>	16 800 000	–	9 610 000	–
<b>Azoto</b>	450 000	–	148 000	55 100
<b>Fósforo</b>	57 200	12 400	15 400	17 100

(–) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

As tabelas numeradas de 15 a 18, fornecem os registos de emissões de cada contaminante para solo de cada concelho para os distritos de Setúbal, Évora, Beja e Faro.

**Tabela 15.** Quantificação de emissões para o solo de cada concelho, para o distrito de Setúbal (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

Substâncias \ Concelho	Santiago						
	Sines	Setúbal	Barreiro	Palmela	Seixal	do Cacém	Moita
<b>Cloretos</b>	–	560 000	590 000	–	–	–	–
<b>Fluoretos</b>	27 400	103,5	–	–	–	–	–
<b>Azoto</b>	1 405 000	2 830	28 235	–	–	–	–
<b>Fósforo</b>	545	2 625	–	–	–	–	–
<b>Arsénio</b>	1,345	10,7	1,365	–	0,3205	–	–
<b>Níquel</b>	3,915	22,15	–	5,2	–	–	–
<b>Cádmio</b>	0,2615	2,64	3,03	–	–	–	–
<b>Crómio</b>	2,61	7,4	–	–	–	–	–
<b>Cobre</b>	8,1	7,4	–	–	–	3,45	2,75
<b>Mercúrio</b>	0,294	0,25	–	–	–	–	–
<b>Zinco</b>	33,95	39,9	53,5	–	–	–	–
<b>Chumbo</b>	1,565	8,2	9,95	–	–	–	–
<b>Fenol</b>	33,8	3,08	–	–	2,015	–	–
<b>Naftaleno</b>	22,2	–	–	–	–	–	–
<b>Simazina</b>	0,0705	–	–	–	–	–	–
<b>Hexabromobifenilo</b>	0,013	–	–	–	–	–	–
<b>Pentaclorofenol</b>	0,2615	–	–	–	–	–	–

(–) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

**Tabela 16.** Quantificação de emissões para o solo de cada concelho, para o distrito de Beja (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

<b>Concelho</b>	
<b>Substâncias</b>	<b>Castro Verde</b>
<b>Arsénio</b>	2,2
<b>Fenol</b>	1,05

(–) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

**Tabela 17.** Quantificação de emissões para o solo de cada concelho, para o distrito de Évora (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

<b>Concelho</b>		
<b>Substâncias</b>	<b>Montemor-o-Novo</b>	<b>Vendas Novas</b>
<b>Cobre</b>	3,37	4,515
<b>Zinco</b>	–	7,55

(–) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

**Tabela 18.** Quantificação de emissões para o solo de cada concelho, para o distrito de Faro (em kg/ano), referente ao ano de 2008.

<b>Concelho</b>				
<b>Substâncias</b>	<b>Portimão</b>	<b>Loulé</b>	<b>Lagos</b>	<b>Albufeira</b>
<b>Cloretos</b>	840 000	–	480 500	–
<b>Azoto</b>	22 500	–	7 400	2 755
<b>Fósforo</b>	2 860	620	770	855

(–) indica que não estão contabilizadas emissões destas substâncias no E-PRTR.

## 6.3. Estimativa das concentrações ambientais

### 6.3.1. Modelo utilizado

Para estimar as concentrações ambientais dos contaminantes supracitados foi utilizado o modelo EQC. Neste modelo, foi necessário introduzir os valores para as propriedades de cada substância – adquiridos através do programa EPI (*Estimation Program Interface*) Suite.

O EPI Suite versão 4.1 é um programa utilizado para estimar parâmetros químicos e físicos de substâncias, bem como indicadores quanto ao seu comportamento no ambiente e impactos nos receptores. Este programa foi desenvolvido pela *Office of Pollution Prevention Toxics and Syracuse Research Corporation* da Agência de Protecção do Ambiente (EPA) (USEPA, 2011).

O EPI Suite utiliza uma entrada única para executar os seguintes programas: AOPWIN (estima as taxas de oxidação atmosférica); BCFBAF (estima o factor de bioconcentração e o factor de bioacumulação); BioHCWIN (estima a biodegradação de hidrocarbonetos); BLOWIN (estima a probabilidade de biodegradação); ECOSAR (estima a toxicidade aquática); HENRYWIN (estima a constante da Lei de Henry); HYDROWIN (estima as taxas de hidrólise aquosa); KOAWIN (estima o coeficiente de partição octanol-ar); KOWWIN (estima o coeficiente de partição octanol-água), MPBPWIN (estima o ponto de fusão, ponto de ebulição e a pressão de vapor); PCKOCWIN (estima o coeficiente de sorção do solo) e WSKOWWIN (estima a solubilidade em água através do KOW) (USEPA, 2011).

O EPI Suite inclui programas que estimam para as substâncias químicas o coeficiente de partição octanol/água ( $K_{OW}$ ), o coeficiente de partição carbono orgânico do solo/água ( $K_{OC}$ ), o coeficiente de partição octanol/ar ( $K_{OA}$ ), o potencial de oxidação atmosférica, a constante da Lei de Henry (H), a solubilidade em água, o ponto de fusão, o ponto de ebulição, a pressão de vapor, biodegradação, sorção de aerossóis, factor de bioconcentração, factor de bioacumulação, ecotoxicidade (CL50), hidrólise, degradação em sistemas de tratamento de água residuais e distribuição multimédia (USEPA, 2011).

O programa não permite obter estimativas para todas as substâncias químicas e os valores estimados não devem ser utilizados se estiverem disponíveis valores experimentais medidos (USEPA, 2011).

Para a presente dissertação retirou-se do EPI Suite os dados da massa molar (g/mol), da temperatura (°C), da pressão de vapor (Pa), da solubilidade em água (g/m<sup>3</sup>), do coeficiente de partição octanol-água (K<sub>OW</sub>), do ponto de fusão (°C), o tempo de semi-vida no ar, água, solo e sedimentos (dias).

Os dados fornecidos pelo programa EPI Suite foram utilizados no modelo EQC para estimar as concentrações de cada substância no ar, água e solo com base nas emissões reais obtidas a partir do E-PRTR.

Na utilização do modelo EQC é necessário introduzir um grande conjunto de informação. Numa primeira fase, introduziram-se as propriedades da substância que se quer estudar. Como a base de dados do programa apenas inclui algumas das substâncias estudadas, nomeadamente benzeno, naftaleno, pentaclorofenol, simazina, triclorobenzeno e o triclorometano, foi necessário, adicionar os parâmetros para as restantes. As tabelas no Anexo A apresentam todos os valores utilizados. Para evitar problemas numéricos na execução do programa decorrentes da divisão por valores nulos, como indicados pelo Epi Suite, no programa EQC, assumiu-se um valor ínfimo de  $1 \times 10^{-50}$  Pa para a pressão de vapor do crómio e cobre à temperatura ambiente.

A Figura 5 apresenta um exemplo da interface para carregamento da informação no programa EQC.

Figura 5. Modelo EQC – Interface para carregamento das propriedades químicas.

O destino de uma substância química depende de dois grupos de propriedades, as do químico e as do ambiente em que se encontra. As componentes do meio a considerar são a atmosfera, a hidrosfera, a água, o sedimento em suspensão nesta, e a litosfera (sedimentos de fundo e solos terrestres), cada um com a sua comunidade residente biótica (Mackay, 2001).

Numa segunda fase colocam-se os dados para a velocidade de transporte da substância no ambiente, como mostra a Figura 6. Estes valores foram considerados idênticos para todas as substâncias estudadas. Assume-se que as fracções relativas do ar, água e solo são idênticas para todos os concelhos estudados na presente dissertação.

Os valores colocados no modelo EQC foram os apresentados abaixo, à semelhança do proposto por Mackay (2001), com algumas alterações efectuadas devido às unidades. Os dados aplicados são:

- Ar lateral ar-água =  $6 \times 10^9 \text{ m}^3$
- Face à água ar-água =  $7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$
- Precipitação =  $0,8 \text{ m/ano} = 2,19 \times 10^{-3} \text{ m/h}$
- Deposição de aerossol =  $0,12 \text{ m}^3/\text{h}$
- Taxa de difusão entre as componentes solo-ar =  $9\,000 \text{ m}^3/\text{h}$
- Taxa de difusão entre as componentes solo-água =  $1,35 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$
- Camada limite solo-ar =  $5 \text{ m/h}$
- Taxa de difusão entre as componentes sedimento-água =  $1 \times 10^{-4} \text{ m/h}$
- Taxa de deposição de sedimento =  $700 \text{ m}^3/\text{ano} = 1,918 \text{ m}^3/\text{h}$
- Taxa de resuspensão de sedimentos =  $280 \text{ m}^3/\text{ano} = 0,767 \text{ m}^3/\text{h}$
- Escoamento subterrâneo para a água superficial =  $90\,000 \text{ m}^3/\text{ano} = 247 \text{ m}^3/\text{h}$
- Transporte de sólidos do solo para a água superficial =  $90 \text{ m}^3/\text{ano} = 0,247 \text{ m}^3/\text{h}$

Transport velocities in m/h:			
Air side air-water MTC	6.00e+9	Soil-air boundary layer MTC	5.000
Water side air-water MTC	7.00e+6	Sediment-water diffusion MTC	1.00e-4
Rain rate	2.19e-3	Sediment deposition	1.918
Aerosol deposition	0.120	Sediment resuspension	0.767
Soil-air phase diffusion MTC	9000	Soil-water runoff rate	247
Soil-water phase diffusion MTC	1.35e+5	Soil-solids runoff rate	0.247

Figura 6. Modelo EQC - Velocidade de transporte.

O terceiro e último passo, consiste na introdução do(s) valor(es) das emissões para o ar, água e solo, em quilograma por hora (kg/h), correspondente a cada substância, para o nível III, como representado na Figura 7 exposta em baixo, estes valores de emissão estão referidos no Capítulo 6.2.

**Emission rates**

Emission for Level I are 100,000 kg (fixed amount) OK

Emission for Level II are 1000 kg/h (fixed rate) Cancel

Emission for Level III (kg/h)

Into air

Into water

Into soil

Help

Figura 7. Modelo EQC - Emissões.

Após a colocação de todos os dados pode-se então, ter acesso aos níveis I, II e III do comportamento da substância química no ambiente e à sua concentração ambiental no ar, água e solo.

O Anexo B apresenta as emissões utilizadas de cada substância alteradas para kg/h e as figuras do modelo EQC, nível III. Nas figuras encontram-se representadas, com um círculo, as concentrações que irão ser utilizadas posteriormente para cada rota ambiental. Estas

concentrações irão ser utilizadas na equação (2). A fim de se obter as concentrações para a área do concelho a partir do volume de referência indicado acima, as concentrações ambientais foram multiplicadas pelo quociente entre a área usada no modelo EQC (6000 x 1000 x 1000 m) e a área real de cada concelho estudado.

Os resultados para as estimativas das concentrações ambientais obtidas através da equação (2) estão apresentados no Anexo C, onde as concentrações apresentadas nas tabelas são as referentes ao Anexo B, com a multiplicação indicada no parágrafo anterior.

### **6.3.2. Estimativa da exposição ambiental**

As tabelas do Anexo C estão diferenciadas por substância, onde apresentam a Dose Média Diária durante o tempo de vida (LADD) para cada rota de exposição ambiental, expressa em mg/kg/dia. A LADD foi calculada através da equação (2) (Capítulo 2.2.5) onde a concentração ambiental utilizada para cada uma já apresenta a multiplicação pelo quociente entre a área usada no modelo EQC e a área real de cada concelho estudado.

Para o cálculo da LADD de cada substância química estudada na presente dissertação, utilizando a equação (2), considerou-se que o peso corporal médio (BW) de um adulto é de 70 kg; a biodisponibilidade (B) é igual a 1; o período de tempo de vida (LT) é de 70 anos x 365 dias/ano, ou seja, 25550 dias; a duração da exposição (D) é de 70 anos; a taxa de ingestão (IR) depende da rota de exposição indicada na Tabela 19; e por último a concentração da substância no meio (ar, água ou solo).

No cálculo da LADD para a exposição por contacto dérmico com a água e com o solo assumiu-se que a exposição num adulto apresenta um volume de  $1 \times 1 \times 0,01 \text{ m}^3$  e um contacto de um grama por metro cúbico, o que perfaz um total de  $100\text{g/m}^2$ .

Torna-se necessário revelar as rotas mais importantes através de doses individuais e totais de produtos químicos em seres humanos, para que posteriormente possam ser tomadas medidas para reduzir tais vias de exposição. A tabela seguinte indica as quantidades de exposição representativas para seres humanos adultos (Mackay, 2001).

**Tabela 19.** Taxas de exposição (IR) para seres humanos adultos (adaptado de Mackay, 2001).

<b>Rota</b>		<b>Idade Adulta +20</b>	
<b>Inalação do ar</b>		14 m <sup>3</sup> /dia	5110 m <sup>3</sup> /ano
<b>Ingestão de água</b>		1500 mL/dia	0,5475 m <sup>3</sup> /ano
<b>Ingestão de solo</b>		0,065 g/dia	23,725 g/ano
<b>Contacto dérmico</b>			
<b>Solo</b>	<b>Área</b>	0,70 m <sup>2</sup>	1916,25 g/ano
	<b>Duração</b>	320 h/ano	
<b>Água</b>	<b>Área</b>	1,81 m <sup>2</sup>	19242,23 g/ano
	<b>Duração</b>	82,4 h/ano	

## 6.4. Resultados da Quantificação do Risco Cancerígeno

Os resultados da quantificação do risco cancerígeno, calculados a partir da equação (3), são apresentados nas tabelas abaixo, indicando-se o risco para as diferentes substâncias, por rotas de exposição, para os concelhos e distritos estudados.

O risco cancerígeno total é comparado também com um valor de referência de  $1 \times 10^{-06}$ , pois todos os valores acima deste são aceitáveis para o aumento do risco cancerígeno para a saúde humana (Cunha & Nunes, 2011).

As rotas de exposição são a inalação de ar (IA), a ingestão de água (IgA), o contacto dérmico com a água (CDA), a ingestão de solo (IgS) e o contacto dérmico com o solo (CDS). Nem todas as substâncias estudadas são cancerígenas e conseqüentemente apenas as de cariz cancerígeno e com valores de quociente de risco cancerígeno serão representadas nos sub-pontos seguintes (elementos complementares são apresentados no Anexo D).

### 6.4.1. Análise por substância

#### Arsénio

O arsénio é uma substância cancerígena para os seres humanos por inalação e por exposição oral. O arsénio inorgânico está classificado como grupo 1 pela IARC e categoria A pela EPA.

**Tabela 20.** Quantificação do Risco Cancerígeno do Arsénio, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$9,33 \times 10^{-11}$	$7,26 \times 10^{-15}$	$2,55 \times 10^{-16}$	$3,99 \times 10^{-21}$	$3,22 \times 10^{-19}$
	Setúbal	$3,79 \times 10^{-10}$	$2,95 \times 10^{-14}$	$1,04 \times 10^{-15}$	$1,67 \times 10^{-20}$	$1,35 \times 10^{-18}$
	Barreiro	$5,68 \times 10^{-10}$	$4,44 \times 10^{-14}$	$1,56 \times 10^{-15}$	$2,44 \times 10^{-20}$	$1,97 \times 10^{-18}$
	Seixal	$1,32 \times 10^{-10}$	$1,03 \times 10^{-14}$	$3,62 \times 10^{-16}$	$5,56 \times 10^{-21}$	$4,49 \times 10^{-19}$
Beja	Castro Verde	$1,66 \times 10^{-11}$	$1,29 \times 10^{-15}$	$4,54 \times 10^{-17}$	$7,56 \times 10^{-22}$	$6,11 \times 10^{-20}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Através da Tabela 20, pode-se observar que o valor de risco cancerígeno mais elevado do arsénio corresponde a uma exposição por inalação do ar, verificando-se um valor elevado de exposição no distrito de Setúbal, no concelho de Barreiro ( $5,68 \times 10^{-10}$ ). Este valor é ainda assim muito baixo.

Comparando estes valores de risco cancerígeno com a quantidade de emissões libertadas directamente pelas indústrias nestas localidades, e referindo que no distrito de Setúbal são libertadas emissões directas para o ar, água e solo ao contrário do distrito de Beja que são libertadas apenas emissões directas para a água e solo, pode-se analisar que:

- no concelho de Sines as emissões libertadas mais elevadas são para o ar e apresenta um valor de risco cancerígeno por exposição por inalação do ar, de  $9,33 \times 10^{-11}$ ;
- no concelho de Setúbal as emissões directas libertadas mais elevadas são para a água e apresenta um valor de risco cancerígeno por inalação do ar, de  $3,79 \times 10^{-10}$ , neste caso as emissões directas libertadas para o ar tornam-se mais significativas mesmo tendo valores menores;
- no concelho do Barreiro as emissões mais elevadas libertadas são para o ar e apresenta um valor de risco cancerígeno por inalação do ar, de  $5,68 \times 10^{-10}$ ;
- no concelho do Seixal as emissões mais elevadas libertadas são para o ar e apresenta um valor de risco cancerígeno por inalação do ar, de  $1,32 \times 10^{-10}$ ;
- no distrito de Beja, concelho de Castro Verde as emissões directas libertadas mais elevadas são para a água e apresenta um valor de risco cancerígeno por inalação do ar, de  $1,66 \times 10^{-11}$ , neste caso as emissões indirectas para o ar tornam-se mais significativas.

### Benzeno

O benzeno é uma substância cancerígena para os seres humanos para todas as rotas de exposição, o benzeno está classificado como grupo 1 pelo IARC e por categoria A pela EPA.

**Tabela 21.** Quantificação do Risco Cancerígeno do Benzeno, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Setúbal	$8,52 \times 10^{-11}$	$4,05 \times 10^{-14}$	$1,43 \times 10^{-15}$	$1,10 \times 10^{-19}$	$8,85 \times 10^{-18}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Ao analisar a Tabela 21, pode observar-se que o valor de risco cancerígeno mais elevado do benzeno é pela rota de exposição por inalação do ar ( $8,52 \times 10^{-11}$ ). A emissão directa libertada de benzeno apenas foi constatada para a rota ambiental do ar, o que poder-se-á referir que está relacionada com a rota de exposição. Este valor é ainda assim muito baixo.

### Cádmio

O cádmio é um cancerígeno humano e está classificado como grupo 1 – cancerígeno para seres humanos pelo IARC e na categoria B1 – provável cancerígeno humano pela EPA.

**Tabela 22.** Quantificação do Risco Cancerígeno do Cádmio, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$1,71 \times 10^{-18}$	$1,50 \times 10^{-09}$	$5,28 \times 10^{-11}$	$3,15 \times 10^{-19}$	$2,54 \times 10^{-17}$
	Setúbal	$4,99 \times 10^{-19}$	$5,45 \times 10^{-10}$	$1,92 \times 10^{-11}$	$9,37 \times 10^{-20}$	$7,57 \times 10^{-18}$
	Barreiro	$6,69 \times 10^{-19}$	$1,34 \times 10^{-09}$	$4,70 \times 10^{-11}$	$1,32 \times 10^{-19}$	$1,07 \times 10^{-17}$
	Seixal	$6,13 \times 10^{-19}$	$5,36 \times 10^{-10}$	$1,88 \times 10^{-11}$	$1,14 \times 10^{-19}$	$9,17 \times 10^{-18}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Pela análise da Tabela 22, observa-se que o valor de risco cancerígeno mais elevado do cádmio corresponde à rota de exposição por ingestão de água. As emissões de cádmio foram constatadas apenas no distrito de Setúbal. Verifica-se que o valor mais elevado de risco cancerígeno encontra-se no concelho de Sines ( $1,50 \times 10^{-09}$ ). Este valor é ainda assim muito baixo.

Comparando os valores de risco tabelados com a quantidade de emissões libertadas pelas indústrias nas respectivas regiões, e referindo que nos concelhos de Sines, Setúbal e Barreiro são libertadas emissões directas para o ar, água e solo e que no concelho de Seixal são libertadas emissões directas somente para ar, pode-se analisar que:

- no concelho de Sines as emissões directas mais elevadas libertadas são para o ar e o valor de risco cancerígeno é através da ingestão da água, de  $1,50 \times 10^{-09}$ , neste caso as emissões para a água libertadas são significativas apesar de serem menores;

- no concelho de Setúbal as emissões directas mais elevadas libertadas são para o ar e o valor de risco cancerígeno apresentado é através da ingestão da água, de  $5,45 \times 10^{-10}$ , tal como no concelho anterior;

- no concelho do Barreiro as emissões directas mais elevadas libertadas são para a água e apresenta um valor de risco cancerígeno por ingestão da água, de  $1,34 \times 10^{-09}$ ;

- no concelho do Seixal as emissões directas libertadas são para o ar e apresenta um valor de risco cancerígeno através da ingestão da água, de  $5,36 \times 10^{-10}$ , neste caso as emissões indirectas para a água tornam-se mais significativas.

### Chumbo

O chumbo é uma substância possivelmente cancerígena para os seres humanos e está classificado como grupo 2B pelo IARC e por categoria B2 pela EPA.

**Tabela 23.** Quantificação do Risco Cancerígeno do Chumbo, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$8,96 \times 10^{-22}$	$2,19 \times 10^{-12}$	$7,69 \times 10^{-14}$	$3,11 \times 10^{-22}$	$2,51 \times 10^{-20}$
	Setúbal	$1,28 \times 10^{-21}$	$3,04 \times 10^{-12}$	$1,07 \times 10^{-13}$	$4,44 \times 10^{-22}$	$3,59 \times 10^{-20}$
	Barreiro	$4,91 \times 10^{-26}$	$3,13 \times 10^{-13}$	$1,10 \times 10^{-14}$	$2,44 \times 10^{-24}$	$1,97 \times 10^{-22}$
	Seixal	$3,60 \times 10^{-25}$	$2,30 \times 10^{-12}$	$8,08 \times 10^{-14}$	$1,79 \times 10^{-23}$	$1,45 \times 10^{-21}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Pela observação da Tabela 23, verifica-se que o valor de risco cancerígeno mais elevado do chumbo corresponde a uma exposição por ingestão de água. As emissões de chumbo foram constatadas apenas no distrito de Setúbal. Verifica-se que o valor mais elevado de risco cancerígeno encontra-se no concelho de Setúbal ( $3,04 \times 10^{-12}$ ). Este valor é ainda assim muito baixo.

Ao comparar-se as diferentes emissões libertadas pelas indústrias em cada concelho com os valores de risco tabelados, pode-se analisar que:

- no concelho de Sines as emissões directas libertadas de chumbo correspondem à rota ambiental do ar, água e solo, sendo que a maior é a emissão para o ar, no entanto o valor de risco cancerígeno é através da ingestão da água, de  $2,19 \times 10^{-12}$ , o que se pode afirmar que as emissões directas para a água são mais significativas mesmo sendo menores;
- no concelho de Setúbal as emissões libertadas de chumbo são para a água e solo, sendo a maior emissão para a água, e verifica-se na tabela que o valor de risco cancerígeno é através da ingestão da água, de  $3,04 \times 10^{-12}$ ;
- no concelho do Barreiro as emissões libertadas de chumbo são para a água e solo, sendo a maior emissão para a água, e verifica-se que o valor de risco cancerígeno é através da ingestão da água, de  $3,13 \times 10^{-13}$ ;
- no concelho de Seixal apenas se verifica uma emissão directa libertada, para o ar, no entanto o valor de risco cancerígeno é através da ingestão da água, de  $2,30 \times 10^{-12}$ , pode dizer-se que as emissões indirectas para a água são mais significativas.

### Crómio

O crómio (VI) é classificado como grupo 1 pela IARC e categoria A pela EPA, cancerígeno para seres humanos, o crómio (III) e o crómio metálico são classificados pelo grupo 3 pela IARC, não classificável quanto à sua carcinogenicidade para humanos.

**Tabela 24.** Quantificação do Risco Cancerígeno do Crómio, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$6,86 \times 10^{-36}$	$3,60 \times 10^{-11}$	$1,26 \times 10^{-12}$	$7,25 \times 10^{-21}$	$5,86 \times 10^{-19}$
	Setúbal	$3,41 \times 10^{-36}$	$2,49 \times 10^{-11}$	$8,76 \times 10^{-13}$	$3,67 \times 10^{-21}$	$2,97 \times 10^{-19}$
	Barreiro	$8,46 \times 10^{-36}$	$4,08 \times 10^{-11}$	$1,43 \times 10^{-12}$	$8,85 \times 10^{-21}$	$7,14 \times 10^{-19}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Ao analisar-se a Tabela 24, observa-se que o valor risco cancerígeno mais elevado do crómio é através da exposição por ingestão de água. As emissões de crómio foram constatadas apenas no distrito de Setúbal. Observa-se que o valor mais elevado de risco cancerígeno encontra-se no concelho do Barreiro ( $4,08 \times 10^{-11}$ ). Este valor é ainda assim muito baixo.

Comparando-se os valores de risco tabelados e as diferentes emissões libertadas pelas indústrias em cada concelho, pode-se verificar que:

- no concelho de Sines as emissões libertadas de crómio são para o ar, água e solo, sendo que a maior é a emissão para o ar, no entanto o valor de risco cancerígeno é através da ingestão da água, de  $3,60 \times 10^{-11}$ , neste caso as emissões directas para a água são mais significativas mesmo sendo em valores menores;

- no concelho de Setúbal as emissões libertadas de crómio são para o ar, água e solo, sendo a maior a emissão para o ar, e o valor de risco é através da ingestão da água, de  $2,49 \times 10^{-11}$ , assim como no concelho anterior;

- no concelho do Barreiro apenas se verifica uma rota ambiental de emissão directa libertada, para o ar, no entanto o valor de risco é através da ingestão da água, de  $4,08 \times 10^{-11}$ , pode dizer-se que as emissões indirectas para a água são significativas neste caso.

### Naftaleno

O naftaleno é uma substância classificada pelo IARC pelo grupo 2B, possivelmente cancerígeno para os seres humanos e pela EPA pela categoria C, possível carcinogénico humano.

**Tabela 25.** Quantificação do Risco Cancerígeno do Naftaleno, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
<b>Setúbal</b>	<b>Sines</b>	$7,32 \times 10^{-12}$	$4,54 \times 10^{-14}$	$1,60 \times 10^{-15}$	$4,02 \times 10^{-17}$	$3,25 \times 10^{-15}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Na análise da Tabela 25, verificou-se que, no distrito de Setúbal, concelho de Sines, o valor de risco cancerígeno elevado do naftaleno é através rota de exposição por inalação do ar ( $7,32 \times 10^{-12}$ ). As emissões directas libertadas pelas indústrias são para a água e solo, sendo para a água maior, a emissão indirecta para o ar torna-se mais significativa para esta substância. Este valor é ainda assim muito baixo.

Níquel

O níquel é classificado pela IARC em que o níquel metálico pertence ao grupo 2B (possível cancerígeno para os seres humanos) e os compostos de níquel ao grupo 1 (cancerígeno humano) e pela EPA as poeiras de níquel em categoria A, cancerígeno humano.

**Tabela 26.** Quantificação do Risco Cancerígeno do Níquel, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
<b>Setúbal</b>	<b>Sines</b>	1,95 x 10 <sup>-18</sup>	5,95 x 10 <sup>-10</sup>	2,09 x 10 <sup>-11</sup>	1,21 x 10 <sup>-19</sup>	9,74 x 10 <sup>-18</sup>
	<b>Setúbal</b>	2,27 x 10 <sup>-18</sup>	7,31 x 10 <sup>-10</sup>	2,57 x 10 <sup>-11</sup>	1,41 x 10 <sup>-19</sup>	1,14 x 10 <sup>-17</sup>
	<b>Palmela</b>	1,43 x 10 <sup>-20</sup>	9,62 x 10 <sup>-12</sup>	3,38 x 10 <sup>-13</sup>	9,42 x 10 <sup>-22</sup>	7,61 x 10 <sup>-20</sup>
	<b>Barreiro</b>	5,25 x 10 <sup>-18</sup>	1,57 x 10 <sup>-09</sup>	5,52 x 10 <sup>-11</sup>	3,25 x 10 <sup>-19</sup>	2,62 x 10 <sup>-17</sup>
<b>Évora</b>	<b>Mora</b>	1,46 x 10 <sup>-20</sup>	4,38 x 10 <sup>-12</sup>	1,54 x 10 <sup>-13</sup>	9,03 x 10 <sup>-22</sup>	7,29 x 10 <sup>-20</sup>

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Ao observar-se a Tabela 26, verifica-se que o valor de risco cancerígeno mais elevado do níquel corresponde a uma exposição por ingestão de água. As emissões de níquel foram constatadas para o distrito de Setúbal e para o distrito de Évora. Verifica-se que o valor mais elevado de risco cancerígeno encontra-se no concelho do Barreiro ( $1,57 \times 10^{-09}$ ). Este valor é ainda assim muito baixo.

Comparando as distintas emissões libertadas pelas indústrias em cada concelho com os valores de risco tabelados, pode analisar-se que:

- no concelho de Sines as emissões directas libertadas de níquel são para o ar, água e solo, sendo que a maior é a emissão para o ar, no entanto o valor de risco é através da ingestão da água, de  $5,95 \times 10^{-10}$ , neste caso as emissões directas para a água são mais significativas mesmo sendo valores menores;
- no concelho de Setúbal as emissões directas libertadas são para o ar, água e solo, sendo que a maior é a emissão para o ar e o valor de risco cancerígeno observado é através da ingestão da água, de  $7,31 \times 10^{-10}$ , semelhante ao concelho de Sines;

- no concelho de Palmela as emissões directas libertadas são para o ar, água e solo, sendo a maior a emissão para a água e o valor de risco cancerígeno é através da ingestão de água, de  $9,62 \times 10^{-12}$ ;

- no concelho do Barreiro as emissões directas libertadas são para o ar e observando-se um valor de risco através da ingestão de água, de  $1,57 \times 10^{-09}$ , pode dizer-se que as emissões indirectas para a água são significativas neste caso;

- no distrito de Évora, concelho de Mora as emissões directas libertadas são para o ar e o valor de risco cancerígeno é também através da ingestão de água, de  $4,38 \times 10^{-12}$ , neste caso as emissões indirectas para a água são significativas.

### Pentaclorofenol

O pentaclorofenol é uma substância possivelmente cancerígena para os seres humanos para todas as rotas de exposição e está classificado como grupo 2B pela IARC e por categoria B2 pela EPA.

**Tabela 27.** Quantificação do Risco Cancerígeno do Pentaclorofenol, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$2,01 \times 10^{-14}$	$7,31 \times 10^{-14}$	$2,57 \times 10^{-15}$	$3,51 \times 10^{-16}$	$2,83 \times 10^{-14}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

O pentaclorofenol é libertado através de emissões para a água e para o solo, sendo a maior para a água, e pela análise da Tabela 27 verifica-se que o valor de risco mais elevado é por ingestão de água ( $7,31 \times 10^{-14}$ ). Este valor é ainda assim muito baixo.

### Triclorometano

O triclorometano é uma substância possivelmente cancerígena para os seres humanos e está classificado como grupo 2B pelo IARC e por categoria B2 pela EPA.

**Tabela 28.** Quantificação do Risco Cancerígeno do Triclorometano, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Setúbal	$3,07 \times 10^{-11}$	$2,13 \times 10^{-14}$	$7,49 \times 10^{-16}$	$1,55 \times 10^{-20}$	$1,25 \times 10^{-18}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

A emissão libertada de triclorometano foi relatada unicamente para a rota ambiental do ar, observando a Tabela 28 verifica-se que o valor de risco mais elevado é através da rota de exposição por inalação do ar ( $3,07 \times 10^{-11}$ ). Este valor é ainda assim muito baixo.

#### 6.4.2. Análise por distrito e concelho

No Anexo E apresentam-se resultados com os valores de risco cancerígeno estudados acima, mas com o somatório do risco por concelho.

A tabela seguinte expõe todos os valores do somatório do risco cancerígeno do distrito de Setúbal, para todas as substâncias, de modo, que o distrito seja analisado de uma forma global. O risco cancerígeno total de cada substância em cada concelho foi calculado através do somatório do risco cancerígeno de todas as vias de exposição (inalação do ar, ingestão de água, contacto dérmico da água, ingestão de solo e contacto dérmico do solo).

Em todas as tabelas seguintes assume-se que toda a população residente de cada concelho está exposta às substâncias estudadas, então indicar-se-á a multiplicação entre o número de habitantes expostos em cada concelho com o risco cancerígeno total, resultando no número de indivíduos possíveis de serem afectados.

Tabela 29. Risco Cancerígeno total no distrito de Setúbal.

Substância	Concelho				
	Sines	Setúbal	Barreiro	Seixal	Palmela
<b>Arsénio</b>	$9,33 \times 10^{-11}$	$3,79 \times 10^{-10}$	$5,68 \times 10^{-10}$	$1,32 \times 10^{-10}$	–
<b>Benzeno</b>	–	$8,53 \times 10^{-11}$	–	–	–
<b>Cádmio</b>	$1,56 \times 10^{-09}$	$5,64 \times 10^{-10}$	$1,38 \times 10^{-09}$	$5,55 \times 10^{-10}$	–
<b>Chumbo</b>	$2,27 \times 10^{-12}$	$3,14 \times 10^{-12}$	$3,24 \times 10^{-13}$	$2,38 \times 10^{-12}$	–
<b>Crómio</b>	$3,72 \times 10^{-11}$	$2,58 \times 10^{-11}$	$4,23 \times 10^{-11}$	–	–
<b>Naftaleno</b>	$7,37 \times 10^{-12}$	–	–	–	–
<b>Níquel</b>	$6,16 \times 10^{-10}$	$7,57 \times 10^{-10}$	$1,63 \times 10^{-09}$	–	$9,96 \times 10^{-12}$
<b>Pentaclorofenol</b>	$9,61 \times 10^{-14}$	–	–	–	–
<b>Triclorometano</b>	–	$3,07 \times 10^{-11}$	–	–	–
<b>Risco total</b>	$2,31 \times 10^{-09}$	$1,85 \times 10^{-09}$	$3,62 \times 10^{-09}$	$6,90 \times 10^{-10}$	$9,96 \times 10^{-12}$
<b>População exposta (hab.)</b>	14 260	120 791	79 042	157 981	62 594
<b>Risco x População</b>	$3,30 \times 10^{-05}$	$2,23 \times 10^{-04}$	$2,86 \times 10^{-04}$	$1,09 \times 10^{-04}$	$6,23 \times 10^{-07}$

A análise posterior refere-se aos valores de risco cancerígeno apresentados na Tabela 29, comparando-os com a respectiva população residente exposta às substâncias estudadas para o distrito de Setúbal.

O concelho de Sines possui uma área de 202,67 km<sup>2</sup>, a segunda maior entre os cinco concelhos, mas apresenta a menor densidade populacional, apenas 14 260 habitantes. Este concelho apresenta exposições a sete substâncias, tais como, arsénio, cádmio, chumbo, crómio, naftaleno, níquel e pentaclorofenol. O risco cancerígeno destas substâncias é mais elevado através das exposições por inalação do ar (arsénio e naftaleno) e por ingestão e contacto dérmico com a água (restantes). Observando a tabela, as substâncias que apresentam um risco cancerígeno mais elevado no concelho de Sines são o cádmio e o níquel e o risco

total de todas as substâncias tem o valor de  $2,31 \times 10^{-09}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $3,30 \times 10^{-05}$ .

O concelho de Setúbal apresenta uma área de  $193,59 \text{ km}^2$  e uma população de 120 791 habitantes, ambos factores elevados. Este concelho assim como o anterior, apresenta exposições a sete substâncias, arsénio, benzeno, cádmio, chumbo, crómio, níquel e triclorometano. O risco cancerígeno para os seres humanos destas substâncias é mais elevado através das exposições por inalação do ar (arsénio, benzeno e triclorometano), por ingestão da água e contacto dérmico com a água (restantes). Observando a tabela, as substâncias que apresentam um risco cancerígeno mais elevado no concelho de Setúbal são o arsénio, cádmio e níquel e o risco total de todas as substâncias tem um valor de  $1,85 \times 10^{-09}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $2,23 \times 10^{-04}$ .

O concelho do Barreiro contém a menor área dos cinco concelhos estudados,  $32,01 \text{ km}^2$  e apresenta uma população de 79 042 habitantes. Este concelho apresenta exposições de cinco substâncias, arsénio, cádmio, chumbo, crómio e níquel. O risco cancerígeno destas substâncias é mais elevado através das exposições por inalação do ar (arsénio), ingestão e contacto dérmico com a água (restantes). Ao observar-se a tabela, as substâncias que apresentam um risco cancerígeno mais elevado no concelho do Barreiro são o cádmio e o níquel e o risco total de todas as substâncias tem um valor de  $3,62 \times 10^{-09}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $2,86 \times 10^{-04}$ . Este concelho tem o risco cancerígeno total mais elevado dos cinco concelhos estudados.

O concelho de Seixal possui uma maior densidade populacional, comparando com os restantes concelhos, 157 981 habitantes e uma área de  $95,70 \text{ km}^2$ . Este concelho sofre de exposições de três substâncias, o arsénio, o cádmio e o chumbo. O risco cancerígeno para os seres humanos destas substâncias é mais elevado através das exposições por inalação do ar (arsénio), por ingestão da água e contacto dérmico com a água (cádmio e chumbo). Observando a tabela, as substâncias que apresentam um risco cancerígeno mais elevado no concelho do Seixal são o arsénio e o cádmio e o risco total de todas as substâncias tem um valor de  $6,90 \times 10^{-10}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $1,09 \times 10^{-04}$ .

O concelho de Palmela apresenta uma população de 62 549 habitantes e apresenta a maior área dos cinco concelhos estudados na tabela,  $465,86 \text{ km}^2$ . O níquel é a única substância que se encontra em exposição neste concelho. O risco cancerígeno neste concelho desta substância

é mais elevado através da exposição por ingestão de água e por contacto dérmico com a água. O valor de risco total neste concelho corresponde ao valor de risco total da substância níquel, de  $9,96 \times 10^{-12}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $6,23 \times 10^{-07}$ . Este concelho apresenta o risco cancerígeno mais baixo dos concelhos estudados do distrito de Setúbal.

Estes valores indicam baixo risco. O primeiro indica que o risco acrescido individual de vir a contrair cancro por exposição ambiental às substâncias emitidas pelas indústrias consideradas é por volta de um para um milhar de milhão, ou seja cerca de 1000 vezes inferior ao valor de risco admissível para a maioria das sociedades. O número de indivíduos da população que poderão vir a sofrer de cancro por exposição da população a estas exposições ambientais é também de muito menos do que um indivíduo.

A Tabela 30 expõe o valor total de risco cancerígeno do distrito de Évora, para a substância estudada. Neste distrito apenas existe um concelho que apresenta exposição de risco cancerígeno, o concelho de Mora.

**Tabela 30.** Risco Cancerígeno total no distrito de Évora.

<b>Substância</b>	<b>Concelho</b>	
		<b>Mora</b>
<b>Níquel</b>		$4,53 \times 10^{-12}$
<b>Risco total</b>		$4,53 \times 10^{-12}$
<b>População exposta (hab.)</b>		5 009
<b>Risco x População</b>		$2,27 \times 10^{-08}$

A seguinte análise refere-se aos valores de risco cancerígeno apresentados na tabela, comparando-os com a respectiva população residente exposta à substância estudado para o distrito de Évora.

O concelho de Mora possui uma área de  $443,52 \text{ km}^2$  e uma densidade populacional de 5009 habitantes. Este concelho apresenta exposição da substância níquel e o risco cancerígeno mais elevado é através das exposições por ingestão de água e contacto dérmico com a água. O valor de risco total do concelho de Mora, que neste caso corresponde ao valor de risco total da

substância níquel é de  $4,53 \times 10^{-12}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $2,27 \times 10^{-08}$ . Ao ter-se em conta que o distrito de Évora só apresenta exposição a risco cancerígeno num concelho, e apenas a uma substância, pode mencionar-se que existe um baixo risco no distrito.

O valor indica que o risco acrescido individual de vir a contrair cancro por exposição ambiental à substância emitida pelas indústrias consideradas é por volta de um para um bilião, ou seja, cerca de 1 000 000 vezes inferior ao valor de risco admissível para a maioria das sociedades. O número de indivíduos da população que poderão vir a sofrer de cancro por exposição da população a estas exposições ambientais é também de muito menos do que um indivíduo.

A Tabela 31 expõe os valores de risco cancerígeno do distrito de Beja para a substância estudada. Neste distrito apenas existe um concelho que apresenta exposição de risco cancerígeno, o concelho de Castro Verde.

**Tabela 31.** Risco Cancerígeno total no distrito de Beja.

<b>Substância</b>	<b>Concelho Castro Verde</b>
<b>Arsénio</b>	$1,66 \times 10^{-11}$
<b>Risco total</b>	$1,66 \times 10^{-11}$
<b>População exposta (hab.)</b>	7 232
<b>Risco x População</b>	$1,20 \times 10^{-07}$

A seguinte análise refere-se aos valores de risco cancerígeno apresentados na tabela, comparando-os com a respectiva população residente exposta à substância estudado para o distrito de Beja.

O concelho de Castro Verde contém uma área de  $569,34 \text{ km}^2$  e uma densidade populacional de 7 232 habitantes. Este concelho apresenta uma exposição de uma única substância, o arsénio, e o risco cancerígeno para a população é mais elevado através da exposição por inalação do ar. O valor de risco total do concelho de Castro Verde, que neste caso corresponde ao valor de risco total da substância arsénio é de  $1,66 \times 10^{-11}$ . Através da

população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $1,20 \times 10^{-07}$ . Ao ter-se em conta que o distrito de Beja só apresenta exposição a risco cancerígeno num concelho, e apenas a uma substância, pode mencionar-se que existe um baixo risco no distrito.

O valor indica que o risco acrescido individual de vir a contrair cancro por exposição ambiental às substâncias emitidas pelas indústrias consideradas é por volta de um para cem mil milhões, ou seja cerca de 100 000 vezes inferior ao valor de risco admissível para a maioria das sociedades. O número de indivíduos da população que poderão vir a sofrer de cancro por exposição da população a estas exposições ambientais é também de muito menos do que um indivíduo.

## 6.5. Resultados da Quantificação de Risco Não-Cancerígeno

Os resultados da quantificação do risco não cancerígeno, calculados a partir da equação (4), são apresentados nas tabelas abaixo, indicando-se o risco para as diferentes substâncias, por rotas de exposição, para os concelhos e distritos estudados.

O quociente de risco não-cancerígeno é comparado com um valor de referência 1, as estimativas de quociente de risco menores que 1 indicam que as exposições não são susceptíveis de resultar efeitos adversos á saúde, enquanto que estimativas de quociente de risco maiores que 1 sugerem que pode haver preocupação com potenciais efeitos não-cancerígenos (Paustenbach, 2002).

As rotas de exposição são a inalação do ar (IA), a ingestão de água (IgA), o contacto dérmico com a água (CDA), a ingestão de solo (IgS) e o contacto dérmico com o solo (CDS). Nem todas as substâncias estudadas são não-cancerígenas e conseqüentemente apenas as que apresentam valores de dose de referência, serão representadas nos sub-pontos seguintes (elementos complementares são apresentados no Anexo D).

### 6.5.1. Análise por substância

#### Cobre

O cobre é uma substância presente no corpo humano que a carência ou o excesso pode provocar efeitos adversos na saúde humana. O excesso de cobre pode resultar em diversos efeitos, como por exemplo no fígado, rins ou sistema respiratório.

**Tabela 32.** Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Cobre, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$2,50 \times 10^{-26}$	$5,11 \times 10^{-09}$	$1,80 \times 10^{-10}$	$8,39 \times 10^{-19}$	$6,78 \times 10^{-17}$
	Setúbal	$9,98 \times 10^{-27}$	$2,65 \times 10^{-09}$	$9,32 \times 10^{-11}$	$3,42 \times 10^{-19}$	$2,76 \times 10^{-17}$
	Seixal	$1,46 \times 10^{-26}$	$2,33 \times 10^{-09}$	$8,20 \times 10^{-11}$	$4,84 \times 10^{-19}$	$3,91 \times 10^{-17}$
	Santiago do Cacém	$3,52 \times 10^{-74}$	$9,01 \times 10^{-11}$	$3,17 \times 10^{-12}$	$9,91 \times 10^{-22}$	$8,01 \times 10^{-20}$

	<b>Moita</b>	$5,45 \times 10^{-73}$	$1,40 \times 10^{-09}$	$4,92 \times 10^{-11}$	$1,53 \times 10^{-20}$	$1,24 \times 10^{-18}$
<b>Évora</b>	<b>Montemor-o-Novo</b>	$2,96 \times 10^{-74}$	$7,58 \times 10^{-11}$	$2,66 \times 10^{-12}$	$8,30 \times 10^{-22}$	$6,71 \times 10^{-20}$
	<b>Vendas Novas</b>	$2,17 \times 10^{-73}$	$5,56 \times 10^{-10}$	$1,96 \times 10^{-11}$	$6,09 \times 10^{-21}$	$4,92 \times 10^{-19}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Pela análise da

Tabela 32, observa-se que os valores do quociente de risco não-cancerígenos mais elevados do cobre são através da exposição por ingestão de água. As exposições a esta substância foram constatadas no distrito de Setúbal e no distrito de Évora. Verifica-se que o valor mais elevado do quociente de risco não-cancerígeno encontra-se no concelho de Sines, distrito de Setúbal ( $5,11 \times 10^{-09}$ ).

Ao comparar-se os valores do quociente de risco tabelados e as diferentes emissões libertadas pelas indústrias em cada concelho, verifica-se que:

- no distrito de Setúbal, concelho de Sines as emissões directas libertadas de cobre são para o ar, água e solo, sendo a maior a emissão para o ar e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $5,11 \times 10^{-09}$ ), neste caso as emissões directas para a água são mais significativas mesmo sendo valores menores;
- no concelho de Setúbal as emissões directas libertadas são para o ar, água e solo, sendo a maior a emissão para o ar e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $2,65 \times 10^{-09}$ ), semelhante ao concelho anterior;
- no concelho do Seixal a emissão directa libertada é para ar e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $2,33 \times 10^{-09}$ ), pode-se referir que as emissões indirectas para a água são mais significativas;
- no concelho de Santiago do Cacém as emissões directas libertadas são para a água e para o solo, sendo a maior a emissão para a água e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $9,01 \times 10^{-11}$ );

- no concelho de Moita as emissões directas libertadas são para a água e para o solo, sendo a maior a emissão para a água e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $1,40 \times 10^{-09}$ );

- no distrito de Évora, concelho de Montemor-o-Novo as emissões directas libertadas são para a água e solo, sendo a maior a emissão para a água e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $7,58 \times 10^{-11}$ );

- no concelho de Vendas Novas as emissões directas libertadas são para a água e solo, sendo a maior a emissão para a água e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $5,56 \times 10^{-10}$ );

### Fenol

O fenol é uma substância que pode provocar efeitos adversos não-cancerígenos na saúde humana, como por exemplo efeitos hepáticos ou respiratórios.

**Tabela 33.** Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Fenol, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$4,52 \times 10^{-11}$	$2,26 \times 10^{-10}$	$7,95 \times 10^{-12}$	$3,58 \times 10^{-18}$	$2,89 \times 10^{-16}$
	Setúbal	$4,30 \times 10^{-12}$	$2,15 \times 10^{-11}$	$7,56 \times 10^{-13}$	$3,42 \times 10^{-19}$	$2,76 \times 10^{-17}$
	Seixal	$5,68 \times 10^{-12}$	$2,85 \times 10^{-11}$	$1,00 \times 10^{-06}$	$4,52 \times 10^{-19}$	$3,65 \times 10^{-17}$
Beja	Castro Verde	$5,00 \times 10^{-13}$	$2,50 \times 10^{-12}$	$8,78 \times 10^{-14}$	$3,95 \times 10^{-20}$	$3,19 \times 10^{-18}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Pela análise da Tabela 33, verifica-se que os valores do quociente de risco não-cancerígenos mais elevados do fenol são através de exposições por ingestão de água e contacto dérmico com a água. As exposições a esta substância foram constatadas nos distritos de Setúbal e Beja. Observa-se que o valor mais elevado do quociente de risco não-cancerígeno encontra-se no concelho do Seixal, distrito de Setúbal ( $1,00 \times 10^{-06}$ ).

Na comparação entre os valores do quociente de risco tabelados e as diferentes emissões libertadas pelas indústrias em cada concelho, referindo que em todos os concelhos as

emissões directas libertadas de fenol são para a água e solo e que a mais elevada é a emissão para a água, pode-se analisar que:

- no concelho de Sines o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $2,26 \times 10^{-10}$ );
- no concelho de Setúbal o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $2,15 \times 10^{-11}$ );
- no concelho do Seixal o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por contacto dérmico com a água ( $1,00 \times 10^{-06}$ );
- no distrito de Beja, o concelho de Castro Verde apresenta um valor do quociente de risco não-cancerígeno através da exposição por ingestão de água ( $2,50 \times 10^{-12}$ ).

### Fluoretos

Os fluoretos são substâncias que podem causar efeitos adversos não-cancerígenos na saúde humana, como efeitos no sistema respiratório por exemplo.

**Tabela 34.** Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno dos Fluoretos, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$9,71 \times 10^{-06}$	$1,42 \times 10^{-14}$	$4,98 \times 10^{-16}$	$6,65 \times 10^{-15}$	$5,37 \times 10^{-13}$
	Setúbal	$3,84 \times 10^{-08}$	$5,60 \times 10^{-17}$	$1,97 \times 10^{-18}$	$2,63 \times 10^{-17}$	$2,12 \times 10^{-15}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

A exposição aos fluoretos apenas foi constatada no distrito de Setúbal em dois concelhos. Ao observar-se a Tabela 34, os valores do quociente de risco não-cancerígenos mais elevados são através da exposição por inalação de ar. Verifica-se que o valor mais elevado do quociente de risco não-cancerígeno encontra-se no concelho do Sines ( $9,71 \times 10^{-06}$ ).

Na comparação entre os valores do quociente de risco tabelados e as diferentes emissões libertadas pelas indústrias em cada concelho, referindo que em todos os concelhos as emissões directas libertadas de fluoretos são para a água e solo e que a mais elevada é a emissão para a água, pode-se analisar que:

- no concelho de Sines o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por inalação de ar ( $9,71 \times 10^{-06}$ );

- no concelho de Setúbal o valor do quociente de risco não-cancerígeno é também através da inalação do ar ( $3,84 \times 10^{-08}$ ), neste concelho e no anterior verifica-se que as emissões indirectas para o ar são mais significativas .

### Fósforo

O fósforo é uma substância que pode causar efeitos adversos não-cancerígenos à saúde humana. A sua ingestão pode provocar efeitos a nível do estômago, fígado, coração entre outros.

**Tabela 35.** Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno dos Fósforo, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$3,85 \times 10^{-04}$	$1,58 \times 10^{-07}$	$5,54 \times 10^{-09}$	$9,84 \times 10^{-15}$	$7,95 \times 10^{-13}$
	Setúbal	$1,94 \times 10^{-03}$	$7,97 \times 10^{-07}$	$2,80 \times 10^{-08}$	$4,96 \times 10^{-14}$	$4,01 \times 10^{-12}$
Faro	Portimão	$2,26 \times 10^{-03}$	$9,24 \times 10^{-07}$	$3,25 \times 10^{-08}$	$5,77 \times 10^{-14}$	$4,66 \times 10^{-12}$
	Loulé	$1,16 \times 10^{-04}$	$4,76 \times 10^{-08}$	$1,67 \times 10^{-09}$	$2,97 \times 10^{-15}$	$2,40 \times 10^{-13}$
	Lagos	$5,18 \times 10^{-04}$	$2,12 \times 10^{-07}$	$7,46 \times 10^{-09}$	$1,32 \times 10^{-14}$	$1,07 \times 10^{-12}$
	Albufeira	$8,70 \times 10^{-04}$	$3,56 \times 10^{-07}$	$1,25 \times 10^{-08}$	$2,22 \times 10^{-14}$	$1,79 \times 10^{-12}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Pela análise da Tabela 35, observa-se que os valores do quociente de risco não-cancerígenos mais elevados de fósforo são através da exposição da inalação de ar. As exposições a esta substância foram constatadas no distrito de Setúbal e no distrito de Faro. Verifica-se que o valor mais elevado do quociente de risco não-cancerígeno encontra-se no concelho do Portimão, distrito de Faro ( $2,26 \times 10^{-03}$ ).

As emissões directas libertadas de fósforo pelas indústrias nestes dois distritos foram para a água e solo, sendo a maior emissão para a água. No distrito de Setúbal, o concelho de Sines apresenta um valor do quociente de risco não-cancerígeno através da exposição por inalação do ar ( $3,85 \times 10^{-04}$ ) e no concelho de Setúbal o valor do quociente de risco não-cancerígeno é

também através da exposição por inalação do ar ( $1,94 \times 10^{-03}$ ). No distrito de Faro, todos os concelhos Portimão, Loulé, Lagos e Albufeira apresentam um valor do quociente de risco não cancerígeno através da exposição por inalação do ar ( $2,26 \times 10^{-03}$ ,  $1,16 \times 10^{-04}$ ,  $5,18 \times 10^{-04}$ ,  $8,70 \times 10^{-04}$ , respectivamente). Em todos os concelhos apresentados na tabela verifica-se que as emissões indirectas para o ar são mais significantes.

### Mercúrio

O mercúrio é uma substância que pode provocar efeitos adversos não-cancerígenos na saúde humana, como por exemplo efeitos no sistema nervoso e no sistema respiratório.

**Tabela 36.** Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Mercúrio, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$6,34 \times 10^{-09}$	$4,12 \times 10^{-07}$	$1,45 \times 10^{-08}$	$7,45 \times 10^{-14}$	$6,02 \times 10^{-12}$
	Setúbal	$2,86 \times 10^{-09}$	$1,87 \times 10^{-07}$	$6,56 \times 10^{-09}$	$3,37 \times 10^{-14}$	$2,72 \times 10^{-12}$
	Barreiro	$4,42 \times 10^{-09}$	$2,88 \times 10^{-07}$	$1,01 \times 10^{-08}$	$5,22 \times 10^{-14}$	$4,22 \times 10^{-12}$
	Seixal	$5,99 \times 10^{-10}$	$3,91 \times 10^{-08}$	$1,37 \times 10^{-09}$	$7,04 \times 10^{-15}$	$5,69 \times 10^{-13}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Pela análise da Tabela 36, verifica-se que os valores do quociente de risco não-cancerígenos mais elevados do mercúrio são através da exposição por ingestão de água. As exposições a esta substância foram constatadas apenas no distrito de Setúbal. Observa-se que o valor mais elevado do quociente de risco não-cancerígeno encontra-se no concelho do Sines ( $4,12 \times 10^{-07}$ ).

Na comparação entre os valores do quociente de risco tabelados e as diferentes emissões libertadas pelas industrias em cada concelho, pode-se analisar que:

- no concelho de Sines as emissões directas libertadas de mercúrio são para o ar, água e solo, sendo a maior a emissão para o ar e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $4,12 \times 10^{-07}$ ), neste caso as emissões directas para a água são mais significativas mesmo sendo em valores menores;

- no concelho de Setúbal as emissões directas libertadas de mercúrio são para o ar, água e solo, sendo a maior a emissão para o ar e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $1,87 \times 10^{-07}$ ), semelhante ao concelho de Sines;
- no concelho do Barreiro a emissão directa libertada é para o ar e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $2,88 \times 10^{-07}$ ), neste caso as emissões indirectas para a água são mais significativas;
- no concelho do Seixal a emissão directa libertada é para o ar e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $3,91 \times 10^{-08}$ ), semelhante ao concelho anterior.

### Simazina

A substância simazina é um pesticida que pode provocar efeitos tóxicos não-cancerígenos na saúde humana, nomeadamente por exposição dérmica e por inalação.

**Tabela 37.** Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Simazina, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
Setúbal	Sines	$2,81 \times 10^{-14}$	$4,71 \times 10^{-11}$	$1,65 \times 10^{-12}$	$4,87 \times 10^{-16}$	$3,93 \times 10^{-14}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Através da análise da Tabela 37, pode observar-se que o concelho de Sines é o único com exposição de simazina e o valor do quociente de risco não-cancerígeno mais elevado é através da rota de exposição por ingestão de água ( $4,71 \times 10^{-11}$ ). As emissões de simazina directas libertadas são para a água e para o solo, sendo para a água superior.

### Triclorobenzeno

O triclorobenzeno é uma substância que pode provocar efeitos adversos não-cancerígenos na saúde humana, por exemplo afectando o fígado.

**Tabela 38.** Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Triclorobenzeno, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
<b>Setúbal</b>	<b>Setúbal</b>	1,55 x 10 <sup>-09</sup>	1,72 x 10 <sup>-12</sup>	6,05 x 10 <sup>-14</sup>	2,62 x 10 <sup>-14</sup>	2,12 x 10 <sup>-12</sup>

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Através da análise da Tabela 38, pode observar-se que o concelho de Setúbal é o único com exposição de triclorobenzeno e o valor do quociente de risco não-cancerígeno mais elevado é através da rota de exposição por inalação do ar (1,55 x 10<sup>-06</sup>). A emissão directa de triclorobenzeno para o ar é a única libertada por indústrias.

### Zinco

O zinco é uma substância que pode provocar efeitos adversos não-cancerígenos na saúde humana, nomeadamente efeitos no sistema respiratório.

**Tabela 39.** Quantificação do Quociente de risco não-cancerígeno do Zinco, para as diferentes rotas de exposição.

Distrito	Concelho	Risco por rota de exposição				
		IA <sup>1</sup>	IgA <sup>2</sup>	CDA <sup>3</sup>	IgS <sup>4</sup>	CDS <sup>5</sup>
<b>Setúbal</b>	<b>Sines</b>	1,22 x 10 <sup>-19</sup>	1,74 x 10 <sup>-09</sup>	6,12 x 10 <sup>-11</sup>	3,04 x 10 <sup>-19</sup>	2,46 x 10 <sup>-17</sup>
	<b>Setúbal</b>	3,82 x 10 <sup>-20</sup>	8,15 x 10 <sup>-10</sup>	2,86 x 10 <sup>-11</sup>	9,79 x 10 <sup>-20</sup>	7,90 x 10 <sup>-18</sup>
	<b>Seixal</b>	2,32 x 10 <sup>-18</sup>	2,75 x 10 <sup>-08</sup>	9,65 x 10 <sup>-10</sup>	5,71 x 10 <sup>-18</sup>	4,61 x 10 <sup>-16</sup>
	<b>Barreiro</b>	6,14 x 10 <sup>-35</sup>	2,93 x 10 <sup>-09</sup>	1,03 x 10 <sup>-10</sup>	3,23 x 10 <sup>-20</sup>	2,61 x 10 <sup>-18</sup>
<b>Évora</b>	<b>Vendas Novas</b>	1,23 x 10 <sup>-36</sup>	5,87 x 10 <sup>-11</sup>	2,06 x 10 <sup>-09</sup>	6,47 x 10 <sup>-22</sup>	5,23 x 10 <sup>-20</sup>

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo.

Através da Tabela 39, verifica-se que os valores do quociente de risco não-cancerígenos mais elevados do zinco são através de exposições por ingestão de água e contacto dérmico com a água. As exposições a esta substância foram constatadas no distrito de Setúbal e no distrito de Évora. Observa-se que o valor mais elevado do quociente de risco não-cancerígeno encontra-se no concelho do Seixal, distrito de Setúbal (2,75 x 10<sup>-08</sup>).

Ao comparar-se os valores do quociente de risco tabelados e as diferentes emissões libertadas pelas indústrias em cada concelho, pode-se analisar que:

- no distrito de Setúbal, concelho de Sines as emissões directas libertadas de zinco são para o ar, água e solo, sendo a maior a emissão para o ar e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $1,74 \times 10^{-09}$ ), neste caso as emissões directas para a água são mais significativas mesmo sendo em valores menores;
- no concelho de Setúbal as emissões directas libertadas são para o ar, água e solo, sendo a maior a emissão para o ar e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $8,15 \times 10^{-10}$ ), semelhante ao concelho anterior;
- no concelho do Seixal a emissão directa libertada é para o ar e o valor d do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $2,75 \times 10^{-08}$ ), neste caso as emissões indirectas para a água são mais significativas;
- no concelho do Barreiro as emissões directas libertadas são para a água e para o solo, sendo a maior neste caso a emissão para a água e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por ingestão de água ( $2,93 \times 10^{-09}$ );
- no distrito de Évora, concelho de Vendas Novas as emissões directas libertadas são para a água e para o solo, sendo a maior para a água e o valor do quociente de risco não-cancerígeno é através da exposição por contacto dérmico com a água ( $2,06 \times 10^{-09}$ ).

### **6.5.2. Análise por distrito e concelho**

No Anexo E apresentam-se resultados com os valores do quociente de risco não-cancerígeno estudados acima, mas com o somatório do quociente de risco não-cancerígeno por concelho.

A seguinte tabela expõe todos os valores do somatório do quociente de risco não-cancerígeno do distrito de Setúbal, para todas as substâncias, de modo, que o distrito seja analisado de uma forma global. O quociente de risco não-cancerígeno total de cada substância em cada concelho foi calculado através do somatório do quociente de risco não-cancerígeno de todas as vias de exposição (inalação do ar, ingestão de água, contacto dérmico da água, ingestão de solo e contacto dérmico do solo).

Em todas as tabelas seguintes assume-se que toda a população residente de cada concelho está exposta às substâncias estudadas, então indicar-se-á a multiplicação entre o número de habitantes expostos em cada concelho com o quociente de risco não-cancerígeno total, resultando no número de indivíduos possíveis de serem afectados.

**Tabela 40.** Quociente de risco não-cancerígeno total no distrito de Setúbal.

<b>Substância</b> \ <b>Concelho</b>	<b>Sines</b>	<b>Setúbal</b>	<b>Barreiro</b>	<b>Seixal</b>	<b>Santiago do Cacém</b>	<b>Moita</b>
<b>Cobre</b>	$5,29 \times 10^{-09}$	$2,75 \times 10^{-09}$	–	$2,42 \times 10^{-09}$	$9,33 \times 10^{-11}$	$1,45 \times 10^{-09}$
<b>Fenol</b>	$2,79 \times 10^{-10}$	$2,66 \times 10^{-11}$	–	$1,00 \times 10^{-06}$	–	–
<b>Fluoretos</b>	$9,71 \times 10^{-06}$	$3,84 \times 10^{-08}$	–	–	–	–
<b>Fósforo</b>	$3,85 \times 10^{-04}$	$1,94 \times 10^{-03}$	–	–	–	–
<b>Mercúrio</b>	$4,33 \times 10^{-07}$	$1,96 \times 10^{-07}$	$3,03 \times 10^{-07}$	$4,11 \times 10^{-08}$	–	–
<b>Simazina</b>	$4,88 \times 10^{-11}$	–	–	–	–	–
<b>Triclorobenzeno</b>	–	$1,55 \times 10^{-09}$	–	–	–	–
<b>Zinco</b>	$1,80 \times 10^{-09}$	$8,43 \times 10^{-10}$	$3,04 \times 10^{-09}$	$2,84 \times 10^{-08}$	–	–
<b>Risco total</b>	$3,95 \times 10^{-04}$	$1,94 \times 10^{-03}$	$3,06 \times 10^{-07}$	$1,07 \times 10^{-06}$	$9,33 \times 10^{-11}$	$1,45 \times 10^{-09}$
<b>População exposta (hab.)</b>	14 260	120 791	79 042	157 981	29 720	66 311
<b>Risco x População</b>	5,64	234,86	$2,42 \times 10^{-02}$	$1,70 \times 10^{-01}$	$2,77 \times 10^{-06}$	$9,61 \times 10^{-05}$

A seguinte análise refere-se aos valores do quociente de risco não-cancerígeno apresentados na Tabela 40, comparando-os com a respectiva população residente exposta às substâncias estudadas para o distrito de Setúbal.

O concelho de Sines possui uma área de 202,67 km<sup>2</sup> e apresenta a menor densidade populacional, entre os concelhos estudados, de 14 260 habitantes. Este concelho apresenta exposições de sete substâncias, tais como, cobre, fenol, fluoretos, fósforo, mercúrio, simazina e zinco. O quociente de risco não-cancerígeno destas substâncias é mais elevado através das

exposições por inalação do ar (fluoretos e fósforo) e por ingestão da água (restantes). Observando a tabela, as substâncias que apresentam um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado no concelho de Sines são o fósforo e os fluoretos, e o quociente de risco total de todas as substâncias tem o valor de  $3,95 \times 10^{-04}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de 5,64 habitantes.

O concelho de Setúbal apresenta uma área de  $193,59 \text{ km}^2$  e uma população de 120 791 habitantes. Este concelho, assim como o anterior, apresenta exposições de sete substâncias, tais como, cobre, fenol, fluoretos, fósforo, mercúrio, triclorobenzeno e zinco. O quociente de risco não-cancerígeno para os seres humanos destas substâncias é mais elevado através das exposições por inalação do ar (fluoretos, fósforo e triclorobenzeno) e por ingestão da água (cobre, fenol, mercúrio e zinco). Observando a tabela, as substâncias que apresentam um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado no concelho de Setúbal são o fósforo, fluoretos e mercúrio, e o quociente de risco total de todas as substâncias tem o valor de  $1,94 \times 10^{-03}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de 234,86 habitantes. O concelho de Setúbal apresenta um maior quociente de risco não-cancerígeno e um maior número de habitantes possíveis de serem afectados pelas substâncias de todos os concelhos estudados.

O concelho do Barreiro contém a menor área dos seis concelhos estudados,  $32,01 \text{ km}^2$ , e apresenta uma população de 79 042 habitantes. Este concelho apresenta exposições de duas substâncias, mercúrio e zinco. O quociente de risco não-cancerígeno destas substâncias é mais elevado através da exposição por ingestão da água. Ao observar-se a tabela, a substância que apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado no concelho do Barreiro é o mercúrio, e o quociente de risco total de todas as substâncias tem o valor de  $3,06 \times 10^{-07}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $2,42 \times 10^{-02}$ .

O concelho de Seixal possui uma maior densidade populacional, comparando com os restantes concelhos, 157 981 habitantes e uma área de  $95,70 \text{ km}^2$ . Este concelho sofre de exposições de quatro substâncias, cobre, fenol, mercúrio e zinco. O quociente de risco não-cancerígeno para os seres humanos destas substâncias é mais elevado através das exposições por ingestão da água (cobre, mercúrio e zinco) e contacto dérmico com a água (fenol). Visualizando a tabela, a substância que apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado no concelho do Seixal é o fenol, e o quociente de risco total de todas as substâncias

tem o valor de  $1,07 \times 10^{-06}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $1,70 \times 10^{-01}$ .

O concelho de Santiago do Cacém apresenta a maior área dos concelhos estudados, 1 059,07 km<sup>2</sup>, mas possui uma densidade populacional baixa de 29 720 habitantes. Este concelho apresenta exposição apenas de uma substância, o cobre. O quociente de risco não-cancerígeno para os seres humanos desta substância é mais elevado através da exposição por ingestão da água. Observando a tabela, o quociente de risco não-cancerígeno total tem o valor de  $9,33 \times 10^{-11}$ , correspondente ao valor do quociente de risco total do cobre. Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é  $2,77 \times 10^{-06}$ . Este concelho apresenta o menor valor de quociente de risco não-cancerígeno total comparando com os restantes concelhos estudados neste subcapítulo.

O concelho de Moita apresenta uma área de 54,60 km<sup>2</sup> e uma densidade populacional baixa de 66 311 habitantes. Assim como o anterior, este concelho apresenta exposição apenas de uma substância, o cobre. O quociente de risco não-cancerígeno para os seres humanos desta substância é mais elevado através da exposição por ingestão da água. Observando a tabela, o quociente de risco não-cancerígeno total tem o valor de  $1,45 \times 10^{-09}$ , correspondente ao valor de quociente de risco total do cobre. Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é  $9,61 \times 10^{-05}$ .

Estes valores indicam baixo quociente de risco. O valor mais elevado, concelho de Setúbal, indica que o risco acrescido individual de vir a sofrer efeitos adversos não-cancerígenos por exposição ambiental às substâncias emitidas pelas indústrias consideradas é por volta de um para mil, ou seja cerca de 1000 vezes inferior ao valor de quociente de risco admissível para a maioria das sociedades.

A Tabela 41 expõe os valores do quociente de risco não-cancerígeno do distrito de Évora, para as substâncias estudadas, para que consequentemente o distrito seja analisado de uma forma global.

Tabela 41. Quociente de risco não-cancerígeno total no distrito de Évora.

<b>Substância</b>	<b>Concelho</b>	<b>Montemor-o-Novo</b>	<b>Vendas Novas</b>
<b>Cobre</b>		$7,84 \times 10^{-11}$	$5,76 \times 10^{-10}$
<b>Zinco</b>		–	$2,12 \times 10^{-09}$
<b>Risco total</b>		$7,84 \times 10^{-11}$	$2,70 \times 10^{-09}$
<b>População exposta (hab.)</b>		17 409	11 837
<b>Risco x População</b>		$1,37 \times 10^{-06}$	$3,19 \times 10^{-05}$

A seguinte análise refere-se aos valores do quociente de risco não-cancerígeno apresentados na tabela, comparando-os com a respectiva população residente exposta às substâncias estudadas para o distrito de Évora.

O concelho de Montemor-o-Novo apresenta a área mais elevada dos concelhos estudados, 1 232,38 km<sup>2</sup> e uma também elevada densidade populacional de 17 409 habitantes. Este concelho apresenta uma exposição de uma única substância, o cobre. O quociente de risco não-cancerígeno para a população é mais elevado através da exposição por ingestão de água. Observando a tabela, o quociente de risco não-cancerígeno total tem o valor de  $7,84 \times 10^{-11}$ , correspondente ao valor de quociente de risco total do cobre. Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $1,37 \times 10^{-06}$ .

O concelho de Vendas Novas possui uma área de 224,99 km<sup>2</sup> e uma densidade populacional de 11 837 habitantes. Este concelho apresenta exposições de duas substâncias, o cobre e o zinco. O quociente de risco não-cancerígeno para a população é mais elevado através da exposição por ingestão de água. Observando a tabela, a substância que apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado no concelho do Vendas Novas é o zinco, e o quociente de risco não-cancerígeno total tem o valor de  $2,70 \times 10^{-09}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $3,19 \times 10^{-05}$ . O concelho de Vendas Novas é o que apresenta um maior quociente de risco não-cancerígeno total de entre os dois concelhos do distrito de Évora.

Estes valores indicam baixo quociente de risco. O valor mais elevado, concelho de Vendas Novas, indica que o risco acrescido individual de vir a sofrer efeitos adversos não-cancerígenos por exposição ambiental às substâncias emitidas pelas indústrias consideradas é por volta de um para um milhar de milhão, ou seja cerca de 1 000 000 000 vezes inferior ao valor de quociente de risco admissível para a maioria das sociedades. O número de indivíduos da população que poderão vir a sofrer de efeitos adversos por exposição da população a estas exposições ambientais é também de muito menos do que um indivíduo.

A Tabela 42 apresenta os valores de quociente de risco não-cancerígeno do distrito de Beja, para a substância estudada. Neste distrito apenas existe um concelho que apresenta exposição de quociente de risco não-cancerígeno, o concelho de Castro Verde.

**Tabela 42.** Quociente de risco não-cancerígeno total no distrito de Beja.

<b>Substância</b>	<b>Concelho Castro Verde</b>
<b>Fenol</b>	$3,09 \times 10^{-12}$
<b>Risco total</b>	$3,09 \times 10^{-12}$
<b>População exposta (hab.)</b>	7 232
<b>Risco x População</b>	$2,23 \times 10^{-08}$

A seguinte análise refere-se aos valores de quociente de risco não-cancerígeno apresentados na tabela, comparando-os com a respectiva população residente exposta às substâncias estudadas para o distrito de Évora.

O concelho de Castro Verde contém uma área de 569,34 km<sup>2</sup> e uma densidade populacional de 7 232 habitantes. Este concelho apresenta uma exposição de uma única substância, o fenol, e o quociente de risco não-cancerígeno para a população é mais elevado através da exposição por ingestão de água. O quociente de valor de risco total do concelho de Castro Verde, que neste caso corresponde ao valor de quociente de risco total da substância fenol é de  $3,09 \times 10^{-12}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $2,23 \times 10^{-08}$ . O distrito de Beja só apresenta exposição ao quociente de risco não-cancerígeno

num concelho, e apenas a uma substância, pode mencionar-se que existe um risco muito baixo tanto no concelho como no distrito.

O valor indica que o risco acrescido individual de vir a sofrer efeitos adversos não-cancerígenos por exposição ambiental às substâncias emitidas pelas indústrias consideradas é por volta de um para um bilião, ou seja cerca de 1 000 000 000 000 vezes inferior ao valor de quociente de risco admissível para a maioria das sociedades. O número de indivíduos da população que poderão vir a sofrer de efeitos adversos por exposição da população a estas exposições ambientais é também de muito menos do que um indivíduo.

A Tabela 43 expõe todos os valores do quociente de risco não-cancerígeno do distrito de Faro, para a substância estudada para que consequentemente o distrito seja analisado de uma forma global.

**Tabela 43.** Quociente de risco não-cancerígeno total no distrito de Faro.

<b>Substância</b>	<b>Concelho</b>			
	<b>Portimão</b>	<b>Loulé</b>	<b>Lagos</b>	<b>Albufeira</b>
<b>Fósforo</b>	$2,26 \times 10^{-03}$	$1,16 \times 10^{-04}$	$5,18 \times 10^{-04}$	$8,70 \times 10^{-04}$
<b>Risco total</b>	$2,26 \times 10^{-03}$	$1,16 \times 10^{-04}$	$5,18 \times 10^{-04}$	$8,70 \times 10^{-04}$
<b>População exposta (hab.)</b>	55 818	70 240	30 755	40 657
<b>Risco x População</b>	126,23	8,16	15,94	35,38

A seguinte análise refere-se aos valores de quociente de risco não-cancerígeno apresentados na tabela, comparando-os com a respectiva população residente exposta às substâncias estudadas para o distrito de Faro.

O concelho de Portimão possui uma área de 181,55 km<sup>2</sup> e uma densidade populacional de 55 818 habitantes. Este concelho apresenta uma exposição da substância fósforo e o quociente de risco não-cancerígeno para a população é mais elevado através da exposição por inalação do ar. O valor de quociente de risco total do concelho de Portimão, que neste caso corresponde ao valor de quociente de risco total da substância fósforo é  $2,26 \times 10^{-03}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de 126,23 habitantes. O

concelho de Portimão é o que apresenta um maior quociente de risco não-cancerígeno total, comparando com os restantes concelhos do distrito de Faro.

O concelho de Loulé apresenta a área mais elevada dos quatro concelhos estudados, 765,01 km<sup>2</sup> e também elevada densidade populacional de 70 240 habitantes. Este concelho apresenta uma exposição à substância fósforo e o quociente de risco não-cancerígeno para a população é mais elevado através da exposição por inalação do ar. O valor de quociente de risco total do concelho de Loulé, que corresponde ao valor de quociente de risco total da substância fósforo é de  $1,16 \times 10^{-04}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de 8,16 habitantes.

O concelho de Lagos possui uma área de 213,04 km<sup>2</sup> e uma densidade populacional de 30755 habitantes. Este concelho apresenta uma exposição à substância fósforo e o quociente de risco não-cancerígeno para a população é mais elevado através da exposição por inalação do ar. O valor de quociente de risco total do concelho de Lagos, que corresponde ao valor de quociente de risco total da substância fósforo é de  $5,18 \times 10^{-04}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de 15,94 habitantes.

O concelho de Albufeira possui uma área de 140,70 km<sup>2</sup> e uma densidade populacional de 40 657 habitantes. Este concelho apresenta uma exposição à substância fósforo e o quociente de risco não-cancerígeno para a população é mais elevado através da exposição por inalação do ar. O valor de quociente de risco total do concelho de Albufeira, que corresponde ao valor de quociente de risco total da substância fósforo é de  $8,70 \times 10^{-04}$ . Através da população exposta, o número de indivíduos possíveis de serem afectados é de 35,38 habitantes.

Estes valores indicam baixo quociente de risco. O valor mais elevado, concelho de Portimão, indica que o risco acrescido individual de vir a sofrer efeitos adversos não-cancerígenos por exposição ambiental às substâncias emitidas pelas indústrias consideradas é por volta de um para mil, ou seja cerca de 1000 vezes inferior ao valor de quociente de risco admissível para a maioria das sociedades.

## 6.6. Análise Crítica dos Resultados Obtidos

A análise realizada neste subcapítulo irá sintetizar todos os resultados obtidos, de risco cancerígeno e não-cancerígeno. Efectuar-se-á uma análise conjunta comparando as substâncias, concelhos e distritos com o risco correspondente.

O risco cancerígeno total é comparado também com um valor de referência de  $1 \times 10^{-06}$ , pois todos os valores acima deste são aceitáveis para o aumento do risco cancerígeno para a saúde humana (Cunha & Nunes, 2011). E o quociente de risco não-cancerígeno é comparado com um valor de referência 1, as estimativas de quociente de risco menores que 1 indicam que as exposições não são susceptíveis de resultar efeitos adversos á saúde, enquanto que estimativas de quociente de risco maiores que 1 sugerem que pode haver preocupação com potenciais efeitos não-cancerígenos (Paustenbach, 2002).

Após a análise do risco cancerígeno e não-cancerígeno de cada distrito, expõe-se uma figura ilustrativa do distrito em questão com o(s) respectivo(s) concelho(s), com base num índice de cores, referido por ordem crescente de importância: verde marinho, amarelo, laranja e laranja escuro. Este índice foi baseado nos valores de referência indicados no parágrafo anterior. Estas imagens terão enorme relevância para a compreensão da análise efectuada.

Passando à análise por distrito, em relação ao risco cancerígeno, no distrito de Setúbal, os concelhos estudados são: Sines, Setúbal, Barreiro, Seixal e Palmela.

O concelho de Sines apresenta um risco cancerígeno mais elevado através das substâncias cádmio e níquel. O risco cancerígeno total de todas as substâncias libertadas pelas indústrias nesta zona tem o valor de  $2,31 \times 10^{-09}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $3,30 \times 10^{-05}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (14 260 habitantes) está exposta às substâncias.

O concelho de Setúbal apresenta um risco cancerígeno mais elevado através das substâncias arsénio, cádmio e níquel. O risco cancerígeno total de todas as substâncias libertadas pelas indústrias nesta zona tem um valor de  $1,85 \times 10^{-09}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $2,23 \times 10^{-04}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (120 791 habitantes) está exposta às substâncias.

O concelho do Barreiro apresenta um risco cancerígeno mais elevado através das substâncias cádmio e níquel. O risco cancerígeno total de todas as substâncias libertadas pelas indústrias

nesta zona tem um valor de  $3,62 \times 10^{-09}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $2,84 \times 10^{-04}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (79 042 habitantes) está exposta às substâncias.

O concelho do Seixal apresenta um risco cancerígeno mais elevado através das substâncias arsénio e cádmio. O risco cancerígeno total de todas as substâncias libertadas pelas indústrias nesta zona tem um valor de  $6,90 \times 10^{-10}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $1,09 \times 10^{-04}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (157 981 habitantes) está exposta às substâncias.

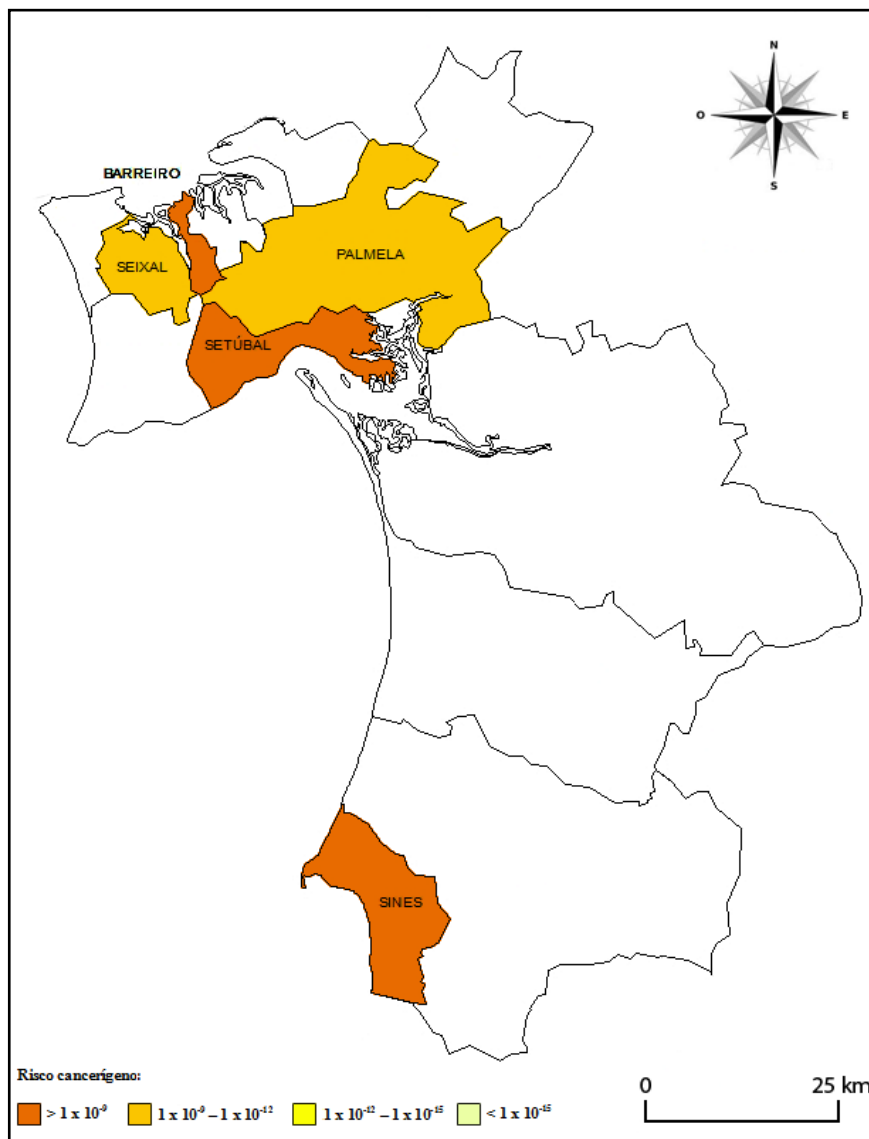
O concelho de Palmela apresenta um risco cancerígeno mais elevado através da substância níquel. O risco cancerígeno total correspondente ao valor de risco total da substância níquel é de  $9,96 \times 10^{-12}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $6,23 \times 10^{-07}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (62 594 habitantes) está exposta às substâncias.

Em suma, as substâncias que apresentam risco cancerígeno mais elevado no distrito de Setúbal são o arsénio, cádmio e níquel. O concelho do Barreiro é o que apresenta um risco cancerígeno total mais elevado de entre os cinco concelhos estudados, devido a possuir uma área muito mais pequena comparativamente aos restantes e assim a dispersão das substâncias é menor. No entanto o concelho de Sines e de Setúbal, por apresentarem uma exposição a um maior número de substâncias, contrariamente ao concelho do Barreiro, também apresentam o risco cancerígeno total elevado. O concelho do Seixal encontra-se com valores intermédios de risco cancerígeno total, apesar de apresentar a densidade populacional mais elevada. O concelho de Palmela apresenta valores intermédios como o concelho do Seixal, no entanto por possuir a área mais elevada dos cinco concelhos, expõe um risco cancerígeno total menor.

As rotas de exposição humana mais elevadas neste distrito são por inalação do ar e por ingestão de água.

Todos os valores mais elevados de risco cancerígeno total são menores que o valor de referência, o que indica que o risco para a saúde humana é baixo no distrito de Setúbal. Tal também se verifica aquando da multiplicação entre o risco e a população exposta, pois todos os concelhos dão valores ínfimos.

De seguida apresenta-se a Figura 8, que expõe o distrito de Setúbal e os correspondentes concelhos estudados para o risco cancerígeno.



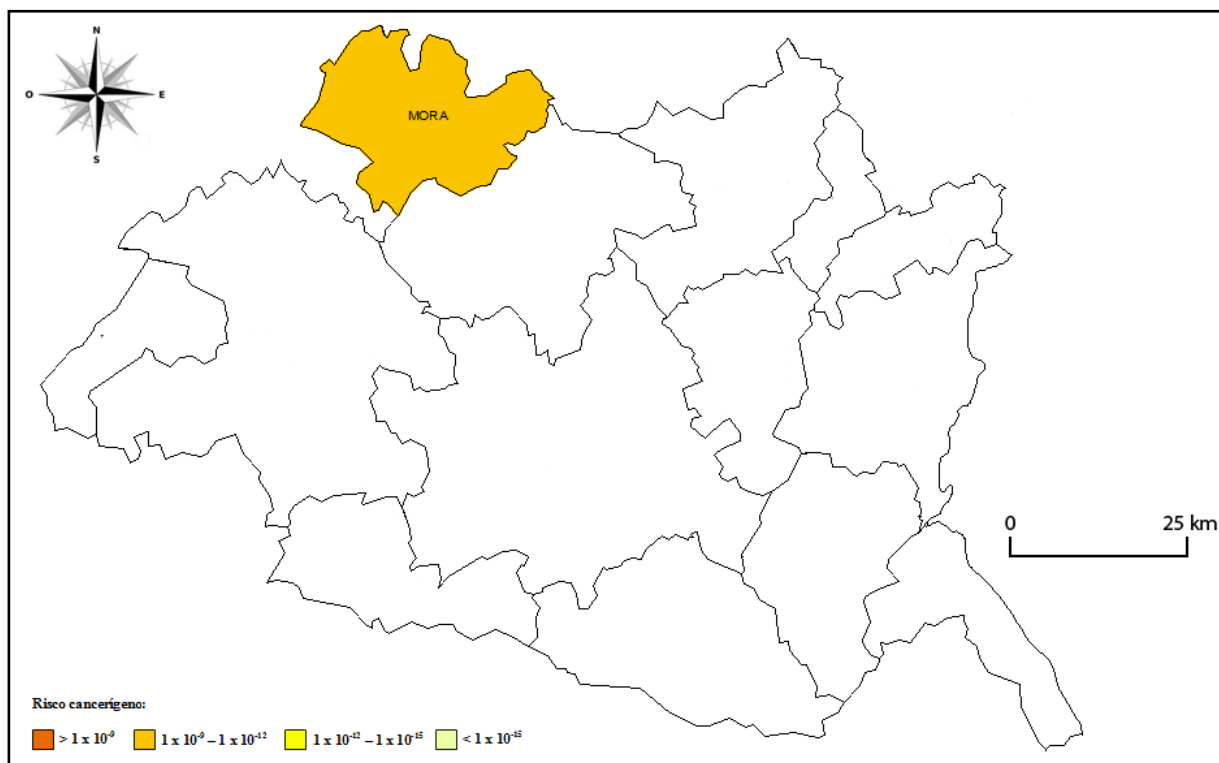
**Figura 8.** Risco cancerígeno - distrito de Setúbal.

Relativamente ao risco cancerígeno, no distrito de Évora, apenas um único concelho é estudado, o de Mora.

O concelho de Mora apresenta um risco cancerígeno mais elevado através da substância níquel. O risco cancerígeno total corresponde ao valor de risco total da substância níquel é de  $4,53 \times 10^{-12}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $2,27 \times 10^{-08}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (5 009 habitantes) está exposta à substância.

O valor de risco cancerígeno total do concelho de Mora é menor que o valor de referência de risco, o que indica que risco para a saúde humana é baixo no distrito de Évora.

De seguida apresenta-se a Figura 9 que expõe o distrito de Évora e o correspondente concelho estudado para o risco cancerígeno.



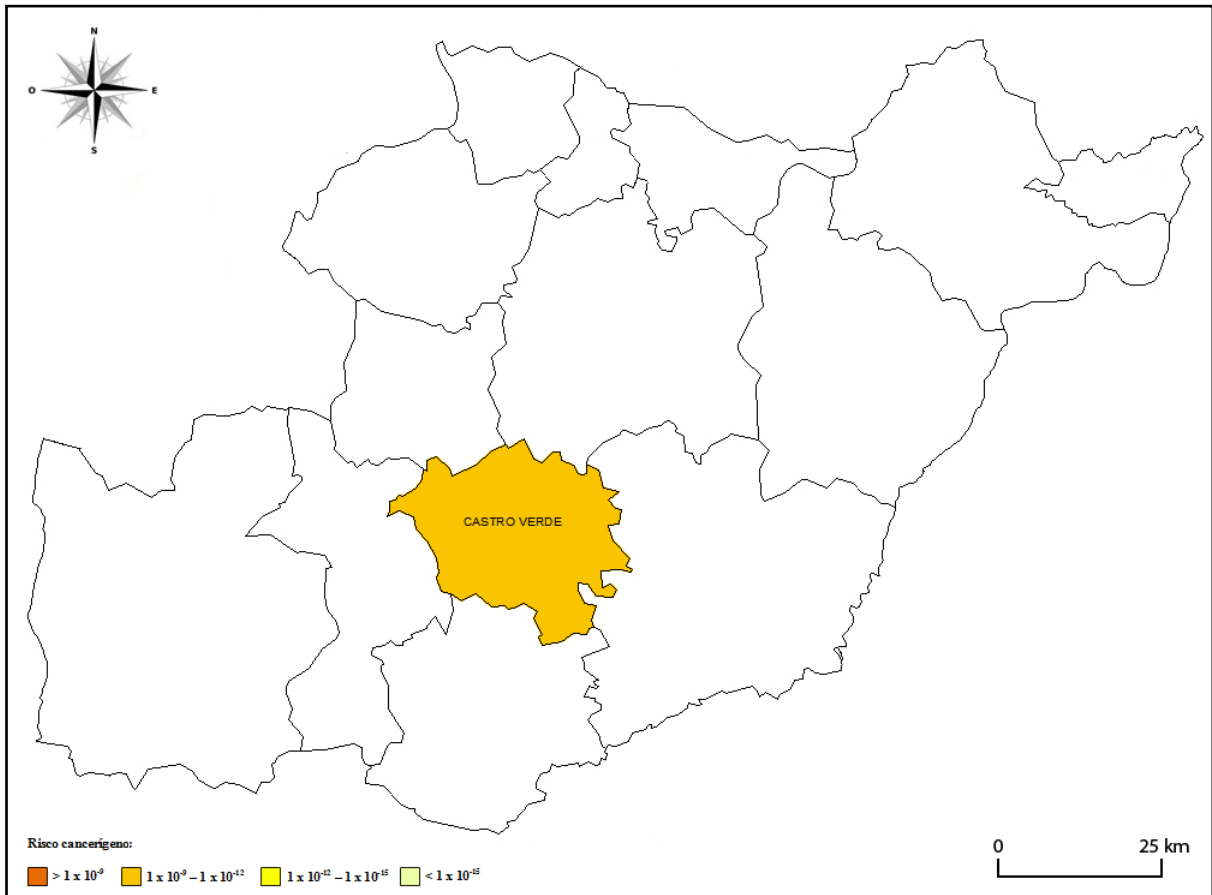
**Figura 9.** Risco cancerígeno - distrito de Évora.

Relativamente ao risco cancerígeno, no distrito de Beja, o concelho estudado é o de Castro Verde.

O concelho de Castro Verde apresenta um risco cancerígeno mais elevado através da substância arsénio. O risco cancerígeno total corresponde ao valor de risco total da substância arsénio é de  $1,66 \times 10^{-11}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $1,20 \times 10^{07}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (7232 habitantes) está exposta à substância.

O valor de risco cancerígeno total do concelho de Castro Verde é menor que o valor de referência de risco o que indica que risco para a saúde humana é baixo no distrito de Beja.

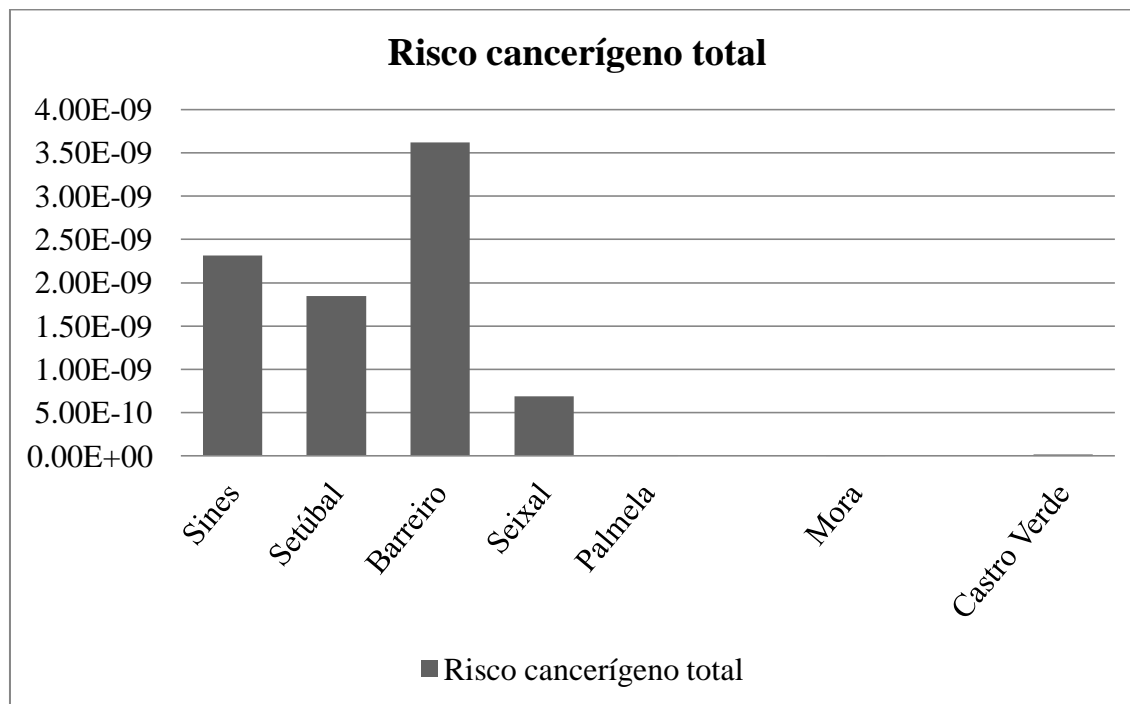
De seguida apresenta-se a Figura 10, que expõe o distrito de Beja e o correspondente concelho estudado para o risco cancerígeno.



**Figura 10.** Risco cancerígeno - distrito de Beja.

Em síntese geral, os distritos de entre os estudados, que apresentam risco cancerígeno para a população proveniente de exposições de substâncias libertadas por indústrias são: Setúbal, Évora e Beja. Destes três distritos, as substâncias que mais se evidenciam pelas suas elevadas exposições são: o arsénio, cádmio e níquel – referindo que os três são considerados pela EPA e pela IARC como substâncias cancerígenas para os seres humanos. Os valores de risco cancerígeno total no distrito de Setúbal são maiores que os dos restantes distritos. No entanto, os valores de risco cancerígeno total apresentados nestes três distritos são inferiores ao valor de referência do risco, indicando que o risco tem pouca influência para a saúde humana.

O gráfico seguinte expõe os valores de risco cancerígeno total nos três distritos para melhor percepção da perspectiva dos valores analisados anteriormente.



**Gráfico 1.** Risco cancerígeno total

Relativamente ao quociente de risco não-cancerígeno, no distrito de Setúbal, os concelhos estudados são: Sines, Setúbal, Barreiro, Seixal, Santiago do Cacém e Moita.

O concelho de Sines apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através das substâncias fósforo e fluoretos. O quociente de risco não-cancerígeno total de todas as substâncias libertadas pelas indústrias nesta zona tem o valor de  $3,95 \times 10^{-04}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de 5,64, assumindo que toda a população residente no concelho (14 260 habitantes) está exposta às substâncias.

O concelho de Setúbal apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através das substâncias fósforo, fluoretos e mercúrio. O quociente de risco não-cancerígeno total de todas as substâncias libertadas pelas indústrias nesta zona tem um valor de  $1,94 \times 10^{-03}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de 234,86, assumindo que toda a população residente no concelho (120 791 habitantes) está exposta às substâncias.

O concelho do Barreiro apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância mercúrio. O quociente de risco não-cancerígeno total de todas as substâncias libertadas pelas indústrias nesta zona tem um valor de  $3,03 \times 10^{-07}$ . O número de

indivíduos possíveis de serem afectados é de 0,02, assumindo que toda a população residente no concelho (79 042 habitantes) está exposta às substâncias.

O concelho de Seixal apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância fenol. O quociente de risco não-cancerígeno total de todas as substâncias libertadas pelas indústrias nesta zona tem um valor de  $1,07 \times 10^{-06}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de 0,17, assumindo que toda a população residente no concelho (157 981 habitantes) está exposta às substâncias.

O concelho de Santiago do Cacém apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância cobre. O quociente de risco não-cancerígeno total de todas as substâncias libertadas pelas indústrias nesta zona tem um valor de  $9,33 \times 10^{-11}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $2,77 \times 10^{-06}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (29 720 habitantes) está exposta às substâncias.

O concelho de Moita apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância cobre. O quociente de risco não-cancerígeno total de todas as substâncias libertadas pelas indústrias nesta zona tem um valor de  $1,45 \times 10^{-09}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $9,61 \times 10^{-05}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (66 311 habitantes) está exposta às substâncias.

De forma resumida, as substâncias que apresentam quociente de risco não-cancerígeno mais elevado variam consoante o concelho, e são: o cobre, o fenol, os fluoretos, o fósforo e o mercúrio. O concelho de Setúbal é o que apresenta um quociente de risco não-cancerígeno total mais elevado e um maior número de habitantes possíveis de serem afectados, comparativamente com os restantes concelhos estudados. Isto ocorre, pelo facto deste concelho possuir uma exposição elevada das substâncias e uma elevada densidade populacional. O concelho de Sines contém um valor intermédio de quociente de risco não-cancerígeno total e um número de habitantes possíveis de serem afectados. Seguido pelo concelho do Seixal, que apesar de possuir a densidade mais elevada dos seis concelhos, apresenta também valores intermédios. O concelho do Barreiro possui a menor área, expondo um valor de quociente de risco não-cancerígeno total baixo, assim como o concelho de Moita que encontra-se com valores também baixos. O concelho de Santiago do Cacém apresenta a maior área e expõe o menor valor quociente de risco não-cancerígeno total.

As rotas de exposição humana mais elevadas neste distrito são por inalação do ar e por ingestão de água.

Todos os valores mais elevados de quociente de risco não-cancerígeno total são menores que o valor de referência (1), o que indica que risco não-cancerígeno para a saúde humana é baixo no distrito de Setúbal.

De seguida apresenta-se a Figura 11, que expõe o distrito de Setúbal e os correspondentes concelhos estudados para o quociente de risco não-cancerígeno.

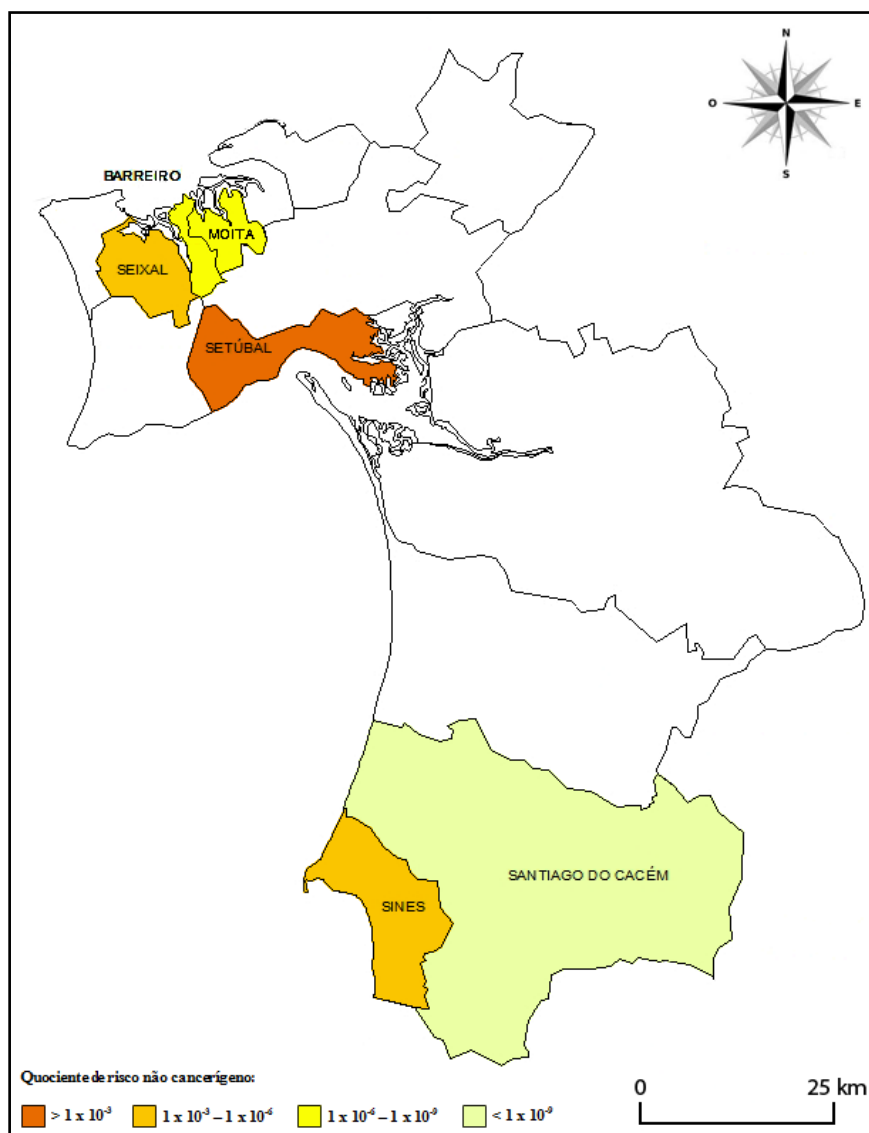


Figura 11. Quociente de risco não-cancerígeno - distrito de Setúbal.

Em relação ao quociente de risco não-cancerígeno, no distrito de Évora, os concelhos estudados são Montemor-o-Novo e Vendas Novas.

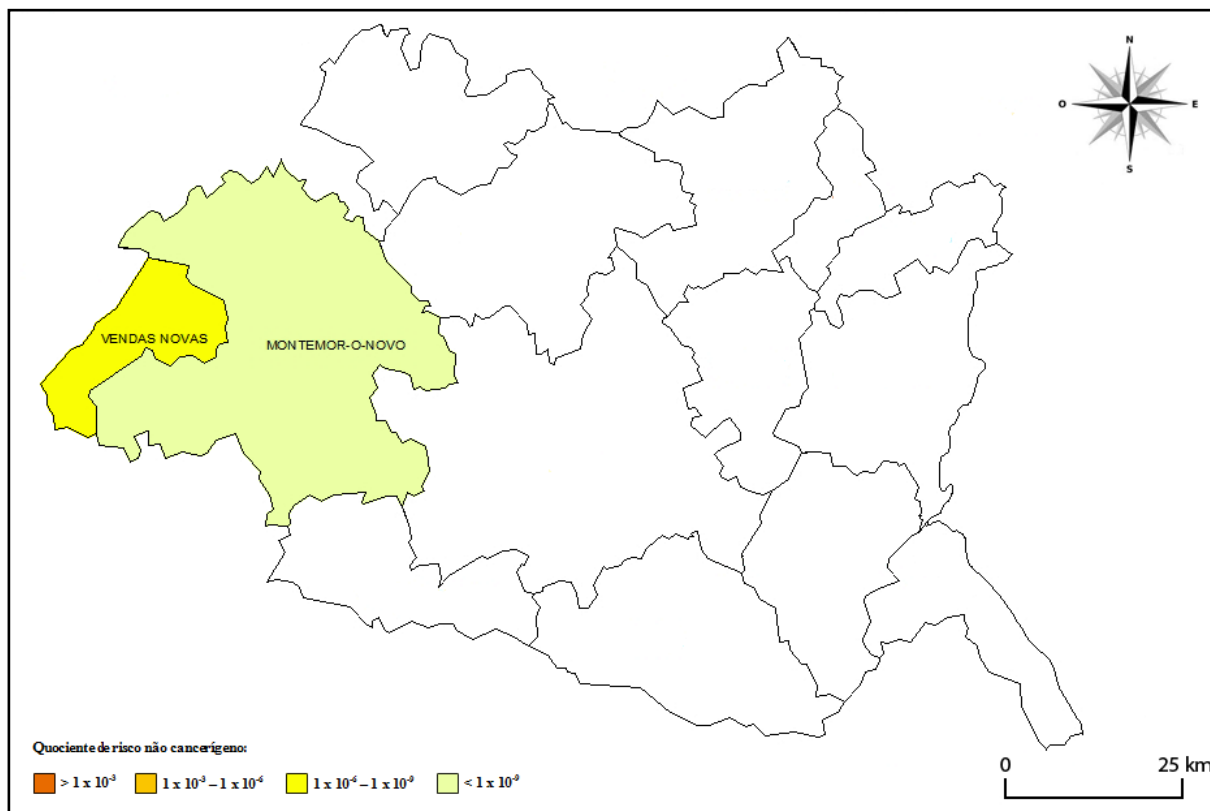
O concelho de Montemor-o-Novo apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância cobre. O quociente de risco não-cancerígeno total corresponde ao valor de quociente de risco total da substância cobre, de  $7,84 \times 10^{-11}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $1,37 \times 10^{-06}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (17 409 habitantes) está exposta à substância.

O concelho de Vendas Novas apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância zinco. O quociente de risco não-cancerígeno total neste concelho tem um valor de  $2,70 \times 10^{-09}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $3,19 \times 10^{-05}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (11 837 habitantes) está exposta às substâncias.

Em suma, as substâncias com valores de quociente de risco não-cancerígenos mais elevados são o cobre e o zinco, os únicos dois. O concelho de Vendas Novas é o que apresenta um quociente de risco não-cancerígeno total mais elevado do distrito devido a apresentar uma área menor e estar exposto a duas substâncias. A rota de exposição humana mais elevada neste distrito é por ingestão de água.

Todos os valores mais elevados de quociente de risco não-cancerígeno total são menores que o valor de referência (1), o que indica que risco não-cancerígeno para a saúde humana é baixo no distrito de Évora.

De seguida apresenta-se a Figura 12, que expõe o distrito de Évora e os correspondentes concelhos estudados para o quociente de risco não-cancerígeno.



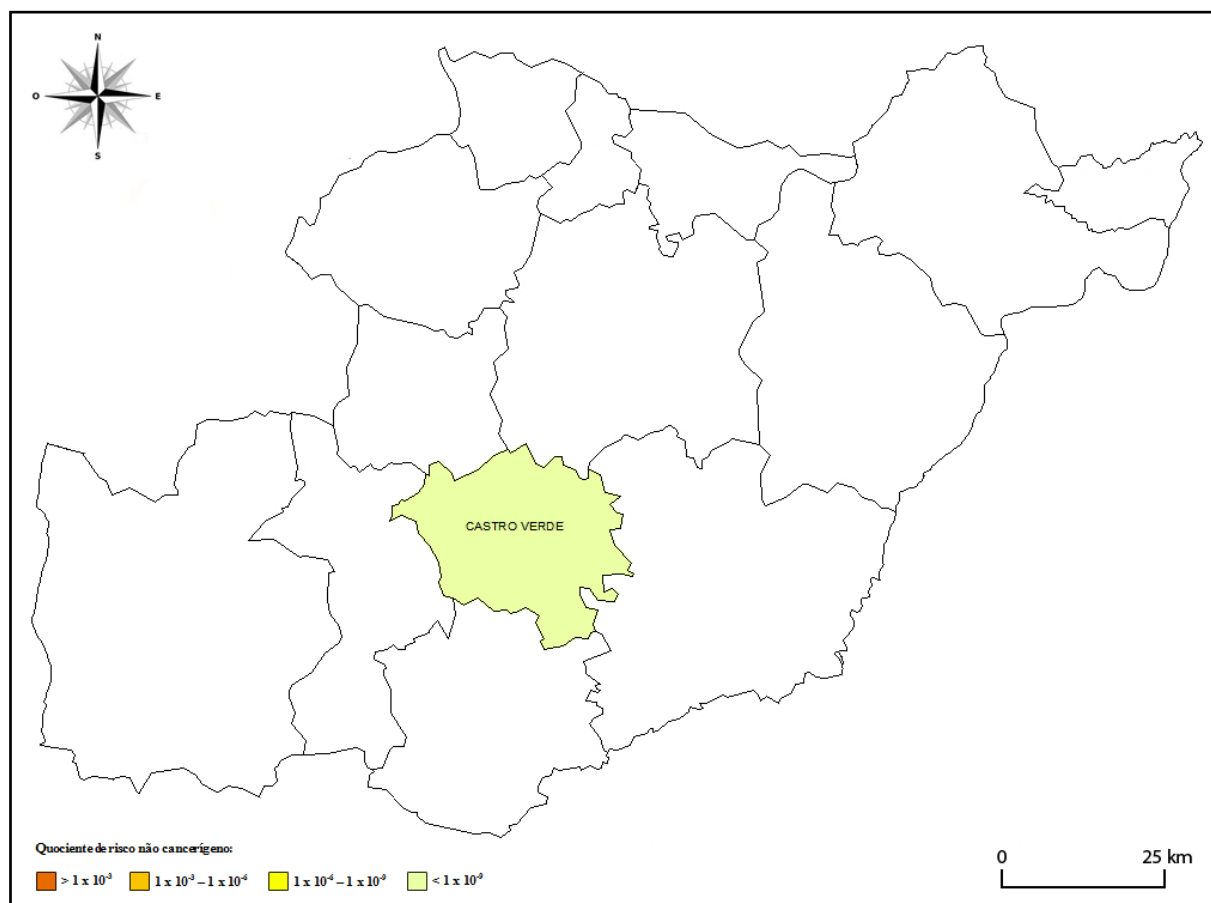
**Figura 12.** Quociente de risco não-cancerígeno - distrito de Évora.

Em relação ao quociente de risco não-cancerígeno, no distrito de Beja, o concelho estudado é o de Castro Verde.

O concelho de Castro Verde apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância fenol. O quociente de risco não-cancerígeno total corresponde ao valor de quociente de risco total da substância fenol, de  $3,09 \times 10^{-12}$ . O número de indivíduos possíveis de serem afectados é de  $2,23 \times 10^{-08}$ , assumindo que toda a população residente no concelho (7232 habitantes) está exposta à substância.

O valor de quociente de risco não-cancerígeno total do concelho de Castro Verde é menor que o valor de referência o que indica que risco para a saúde humana é baixo no distrito de Beja.

De seguida apresenta-se a Figura 13, que expõe o distrito de Beja e o correspondente concelho estudado para o quociente de risco não-cancerígeno.



**Figura 13.** Quociente de risco não-cancerígeno - distrito de Beja.

Em relação ao quociente de risco não-cancerígeno, no distrito de Faro, os concelhos estudados são Portimão, Loulé, Lagos e Albufeira.

O concelho de Portimão apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância fósforo. O quociente de risco não-cancerígeno total corresponde ao valor de risco total da substância fósforo, de  $2,26 \times 10^{-03}$ . O número de habitantes possíveis de serem afectados é de 126,23, assumindo que toda a população residente no concelho (55 818 habitantes) está exposta à substância.

O concelho de Loulé apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância fósforo. O quociente de risco não-cancerígeno total corresponde ao valor de risco total da substância fósforo, de  $1,16 \times 10^{-04}$ . O número de habitantes possíveis de serem afectados é de 8,16, assumindo que toda a população residente no concelho (70 240 habitantes) está exposta à substância.

O concelho de Lagos apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância fósforo. O quociente de risco não-cancerígeno total corresponde ao valor de

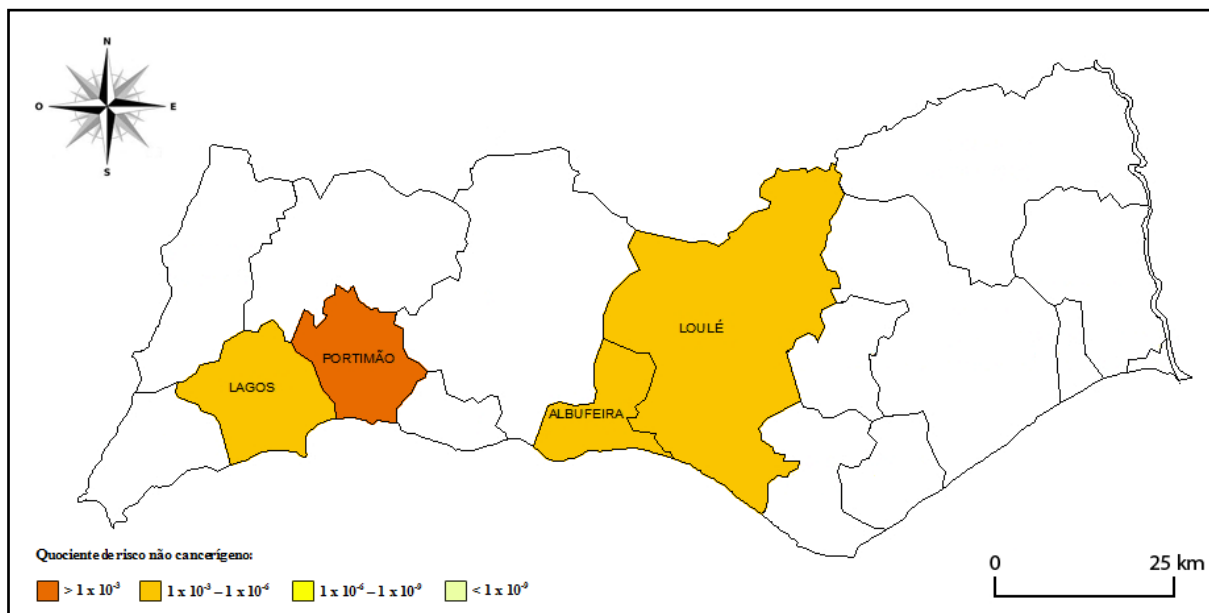
risco total da substância fósforo, de  $5,18 \times 10^{-04}$ . O número de habitantes possíveis de serem afectados é de 15,94, assumindo que toda a população residente no concelho (30 755 habitantes) está exposta à substância.

O concelho de Albufeira apresenta um quociente de risco não-cancerígeno mais elevado através da substância fósforo. O quociente de risco não-cancerígeno total corresponde ao valor de risco total da substância fósforo, de  $8,70 \times 10^{-04}$ . O número de habitantes possíveis de serem afectados é de 35,38, assumindo que toda a população residente no concelho (40 657 habitantes) está exposta à substância.

Resumidamente, a substância que apresenta um quociente de risco não-cancerígeno total mais elevado nos quatro concelhos é unicamente o fósforo. O concelho de Portimão é o que apresenta um quociente de risco não-cancerígeno total mais elevado, assim como também o maior número de habitantes possíveis de serem afectados. O concelho de Albufeira apresenta a área menor dos quatro concelhos estudados, expondo o segundo maior quociente de risco não-cancerígeno do distrito do Algarve. O concelho de Loulé possui a maior densidade populacional e maior área, e por isso apresenta um valor de quociente de risco não-cancerígeno total menor e consequentemente o número de habitantes possíveis de serem afectados também menor. A rota de exposição humana mais elevada neste distrito é por inalação do ar.

Todos os valores mais elevados de quociente de risco não-cancerígeno total são menores que o valor de referência (1), o que indica que risco não-cancerígeno para a saúde humana é baixo no distrito de Faro.

De seguida apresenta-se a Figura 14, que expõe o distrito de Faro e os correspondentes concelhos estudados para o quociente de risco não-cancerígeno.



**Figura 14.** Quociente de risco não-cancerígeno - distrito de Faro.

Em síntese geral, os distritos que apresentam quociente de risco não-cancerígeno para a população proveniente de exposições a substâncias libertadas por indústrias são: Setúbal, Évora, Beja e Faro. Destes quatro distritos, as substâncias que mais se evidenciam pelas suas exposições são: o fósforo, o fenol, o zinco, os fluoretos e o mercúrio – todos estes provocam variados efeitos adversos á saúde humana.

Os valores de quociente de risco não-cancerígeno total nos distritos de Setúbal e Faro são maiores que os dos restantes distritos. No entanto, todos os valores mais elevados de quociente de risco não-cancerígeno total são menores que o valor de referência (1), o que indica que risco não-cancerígeno para a saúde humana é baixo.

O gráfico seguinte expõe os valores de quociente de risco não-cancerígeno total nos quatro distritos para melhor percepção da perspectiva dos valores analisados anteriormente.

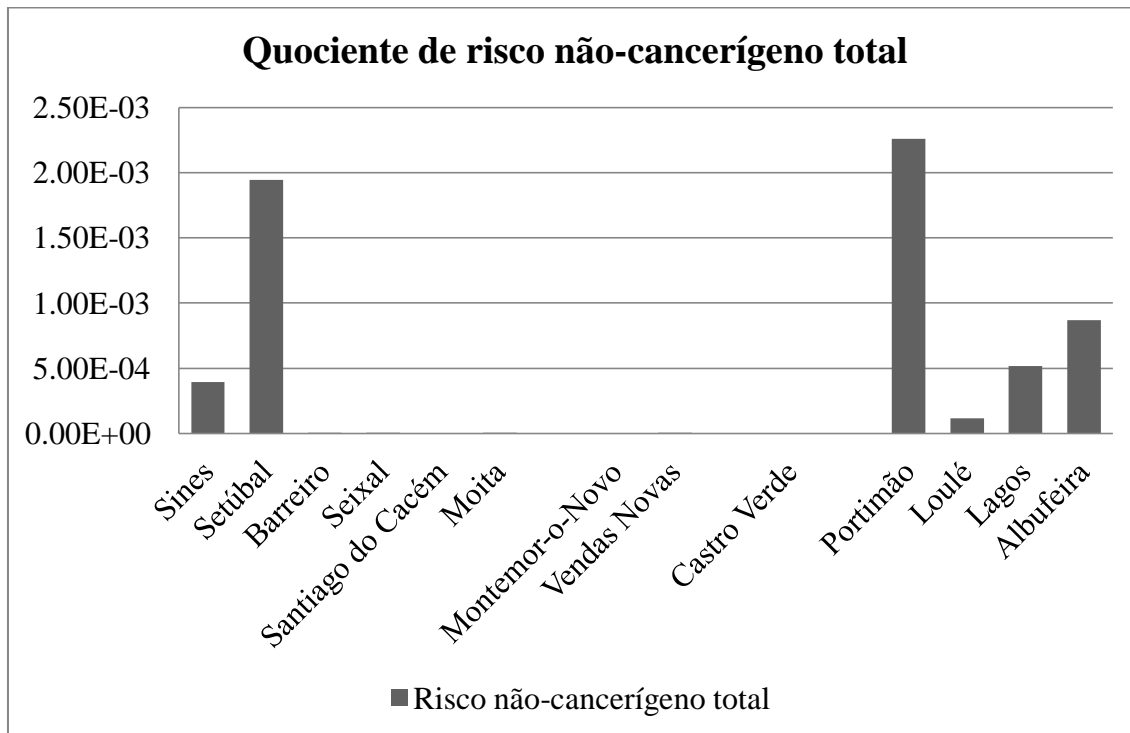


Gráfico 2. Quociente de risco não-cancerígeno total

## 7. CONCLUSÕES

Neste capítulo apresentam-se as conclusões finais deste estudo, originando respostas para os principais objectivos da presente dissertação. Faz-se referência às limitações evidenciadas ao longo da realização do estudo assim como sugestões para futuros trabalhos sobre esta temática.

### 7.1. Considerações Finais

O aumento da produtividade industrial em Portugal, levou à introdução de grandes quantidades de substâncias químicas nas diversas rotas ambientais, surge a necessidade de se criar uma ferramenta de avaliação de risco destas substâncias para a saúde humana.

A avaliação de risco identifica os perigos que tais substâncias libertadas poderão afectar a saúde, estima a exposição e determina a relação dose-resposta, a fim de se caracterizar o risco. A avaliação de risco em conjunto com a Gestão de Risco, criam um processo de Análise de Risco fundamental para controlar situações onde seres humanos poderão estar a ser expostos ao perigo.

O objectivo principal da dissertação foi adaptar o método RSEI a potenciais riscos ambientais prejudiciais à saúde humana, provenientes de indústrias em Portugal, em particular os distritos de Setúbal, Portalegre, Beja, Évora e Faro, compatibilizando fontes de informações e métodos. Este modelo, utilizado nos Estados Unidos da América, foi realizado com intuito de apoiar a divulgação sobre os efeitos nas populações das emissões libertadas pelas indústrias analisadas, e que se consideram os grandes emissores nacionais.

Seguiu-se então a base do modelo RSEI como objectivos específicos da presente dissertação, identificando as quantidades de emissões libertadas por cada indústria para as diferentes rotas ambientais (ar, água e solo), diferenciando por distrito e por concelho. Pode-se constatar nesta primeira fase que o distrito de Setúbal é o que apresenta maior zona industrial e por isso mais emissões, ao contrário do distrito de Portalegre.

Identificou-se cada substância e analisaram-se as potenciais causas de preocupação para a saúde humana relativamente à sua exposição, tendo em conta os efeitos cancerígenos e não-

cancerígenos. As substâncias não-cancerígenas apresentam-se em maior número do que as substâncias cancerígenas.

Quantificou-se o tamanho da população exposta e a área em cada um dos concelhos estudados para cada distrito mencionado. Pode-se verificar que o distrito de Setúbal apresenta maior número de concelhos estudados, relativamente aos restantes. Este distrito também possui um maior número de população residente exposta às emissões.

Por último, quantificou-se o risco cancerígeno e o risco não-cancerígeno das substâncias emitidas pelas indústrias, com base nas principais rotas de exposição humana a produtos químicos, nomeadamente através de inalação, absorção cutânea e ingestão. Realizou-se uma análise comparando a população exposta em cada concelho de cada distrito estudado.

Com base em toda esta investigação, conclui-se que os valores de risco cancerígeno total nos distritos analisados são inferiores ao valor de referência do risco, indicando que o risco actual é muito baixo.

As substâncias que mais se evidenciam pelas suas elevadas exposições cancerígenas são: o arsénio, cádmio e níquel – referindo que os três são considerados pela IARC e pela EPA como substâncias cancerígenas para os seres humanos.

Os valores de risco cancerígeno total no distrito de Setúbal são maiores que os dos restantes distritos, evidenciando-se o concelho do Barreiro com o risco cancerígeno mais elevado, seguindo-se os concelhos de Sines e Setúbal. As rotas de exposição humana mais elevadas neste distrito são por inalação do ar e por ingestão de água.

Em relação à quantificação do risco não-cancerígeno, conclui-se que os distritos que apresentam quociente de risco não-cancerígeno para a população proveniente de exposições a substâncias libertados por indústrias são: Setúbal, Évora, Beja e Faro. Os valores de quociente de risco não-cancerígeno total nos distritos de Setúbal e Faro são maiores comparativamente aos restantes distritos, mas ainda assim muito inferiores ao valor de referência (1).

As substâncias que mais se evidenciam pelas suas exposições não-cancerígenas são: o fósforo, o fenol, o zinco, os fluoretos e o mercúrio – todos estes provocam diversos efeitos adversos na saúde humana.

No distrito de Setúbal, evidencia-se o concelho de Setúbal com maior quociente de risco não-cancerígeno. As rotas de exposição humana mais elevadas neste distrito são por inalação do ar

e por ingestão de água. No distrito de Faro evidencia-se o concelho de Portimão com elevado quociente de risco não-cancerígeno. A rota de exposição humana mais elevada neste distrito é por inalação do ar.

Após as observações anteriores, podem-se efectuar as seguintes considerações finais:

- O distrito de Setúbal é o mais afectado tanto a nível de risco cancerígeno como risco não-cancerígeno. Distinguem-se os concelhos de Sines e Setúbal neste distrito, com valores de risco total mais elevados. As rotas de exposição humana mais elevadas são por inalação do ar e por ingestão de água no risco cancerígeno e no risco não-cancerígeno;
- Os valores observados de risco cancerígeno não ultrapassam o valor de referência ( $1 \times 10^{-6}$ ) como possível risco para a saúde humana;
- Os valores observados de quociente de risco não-cancerígeno, não ultrapassam o valor de referência (1).

## 7.2. Limitações do Estudo

Pretendeu-se que a presente dissertação fosse o mais abrangente possível, no entanto, ao longo da realização do estudo encontram-se alguns constrangimentos, de seguida indicados:

- Restringiu-se este estudo a cinco distritos de Portugal, Setúbal, Portalegre, Évora, Beja e Faro, pelo facto de todos os distritos portugueses serem demasiados para se obterem num curto espaço de tempo conclusões consistentes e objectivas. Centrou-se, desta forma, a atenção para as regiões do Alentejo e do Algarve;
- Os dados recolhidos das emissões libertadas pelas diversas indústrias através do E-PRTR existiam para as rotas ambientais do ar e da água, não existindo dados reais de emissões para o solo. Para que o estudo englobasse todas as rotas ambientais, admitiu-se que as emissões para o solo seriam 5% das emissões para a água;
- Existem nove substâncias libertadas pelas indústrias e caracterizadas na presente dissertação que não foram quantificadas relativamente ao seu risco, devido à falta de informação e a acesso a relatórios credíveis que indicassem os valores da dose de referência ou os valores do quociente de risco;
- O distrito de Portalegre é o único dos cinco distritos referidos, que não foi quantificado quanto ao risco de emissões para a saúde humana, pelo facto de possuir exposição às substâncias que não foram quantificados, pela razão acima descrita.

### **7.3. Linhas Futuras de Pesquisa**

Como recomendações para pesquisas futuras a serem realizadas para complementar ou mesmo reforçar os resultados alcançados neste estudo sugere-se:

- Realizar o mesmo tipo de pesquisa e estudo em indicadores de risco ambiental em outros distritos de Portugal, não estudados na presente dissertação;
- Realizar uma análise comparativa entre medições verdadeiras de concentração de emissões e as estimadas no presente estudo;
- Implementar um sistema de informação para a população residente nos diversos concelhos, relativamente a todos os riscos previstos para a saúde humana a que estão expostos.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersson, A. S. (2004) - Development of an Environment-Accident Index, a planning tool to protect the environment in case of a chemical accident. Environmental Chemistry, Department of Chemistry, Umeå University. Sweden. ISBN N.º 91-7305-577-8.

ARAMIS (2003) *The Severity Index – Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the context of the Seveso II directive*. Fifth Framework Program of the European Community, Energy, Environment and Sustainable Development. EVG1-CT-2001-00036. U.E.

ARAMIS (2004) *ARAMIS Project User Guide – Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the context of the Seveso II directive*. Fifth Framework Program of the European Community, Energy, Environment and Sustainable Development. EVG1-CT-2001-00036. U.E.

ATSDR (2002) *Nitrogen oxides*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Division of Toxicology. Atlanta, U.S.A.

Ayres, J., Maynard, R. e Richards, R. (2006) – **Air Pollution and Health**. London: Imperial College Press, U.K. ISBN Nº 1-86094-191-5.

Barroso, M. F. S. (2009) - Efeitos ecotoxicológicos de pesticidas e factores abióticos em *Daphnia magna*. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto. Dissertação de Candidatura ao grau de Mestre em Contaminação e Toxicologia Ambientais. Porto, Portugal.

Calouro, F. (2005) – **Actividades Agrícolas e Ambiente**. 1ª ed.: Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto. ISBN Nº 972-8589-47-6.

Carson, P. e Mumford, C. (2002) – **Hazardous Chemicals Handbook**. Second Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN N.º 0-7506-4888-0

CCDRC (2006) *Inventário de emissões gasosas na Região Centro em 2005*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro. Direcção de Serviços de Monitorização Ambiental, Divisão de Monitorização Ambiental. Coimbra.

CEPA (1999) *Air Toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines – Part I, The Determination of Acute Reference Exposure Levels for Airborne Toxicants*. California Environmental Protection Agency. Office of Environmental Health Hazard Assessment Air Toxicology and Epidemiology Section. U.S.A.

Cerhan, J. R. (2005) – Cancer Epidemiology In Peter G. Shields. *Cancer Risk Assessment*. Washington, D.C., U.S.A.: Taylor&Francis Group. ISBN N° 0-8247-2984-4. p.149-179.

Covello, V.T. (1998) – Risk Communication In Peter Calow. *Handbook of Environmental Risk Assessment and Management*. London, U.K.: Blackwell Publishing Ltd. ISBN N° 0-86542-732-1. p.520-541.

CRQ IV (2006) *Análise de Risco Ambiental*. Conselho Regional de Química IV Região (SP/MS). Brasil.

Cunha, M. e Nunes, L. (2011) – **Groundwater Characterization, Management and Monitoring**. Southampton: WIT Press, U.K. ISBN N° 978-1-84564-134-4.

Decreto-Lei n.º 293/2009. *D.R.I Série*. 198 (09-10-13) 7534-7538.

Decreto-Lei n.º127/2008. *D.R. I Série*. 139 (08-07-21) 4498-4502.

Decreto-Lei n.º129/95. *D.R.I Série*. 127 (95-06-01) 3461.

Decreto-Lei n.º173/2008. *D.R.I Série*. 164 (08-08-26) 5967-5980.

Decreto-Lei n.º236/98. *D.R.I Série*. 176 (98-08-01) 3676-3722.

Decreto-Lei n.º276/99. *D.R.I Série*. 170 (99-07-23) 4599-4604.

Decreto-Lei n.º321/99. *D.R.I Série*. 186 (99-08-11) 5252-5262.

Decreto-Lei n.º390/99. *D.R.I Série*. 229 (99-09-30) 6698-6702.

DGA (2000) *Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. Direcção Geral do Ambiente. Direcção de Serviços de Informação e Acreditação. Amadora.

Dikshith, T.S.S. (2011) – **Handbook of Chemicals and Safety**. New York: Taylor and Francis Group. ISBN N.º 978-1-4398-2060-5.

Directiva 93/67/CEE da Comissão Europeia. (93-07-20)

EC (2006) *Guidance Document for the implementation of the European PRTR*. European Commission. Brussels, Belgium.

EEA (2003) *Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting*. European Environment Agency. Copenhagen.

EEA (2011). E-PRTR – The European Pollutant Release and Transfer Register. Acedido em Janeiro de 2011: <http://prtr.ec.europa.eu/>

Felter, S. P., Dourson, M. L. e Patterson, J. (1998) – Assessing Risks to Human Health from Chemicals In the Environment In Peter Calow. *Handbook of Environmental Risk Assessment and Management*. London, U.K.: Blackwell Publishing Ltd. ISBN N° 0-86542-732-1. p.9-23.

Ferreira, A. B. (2009) – Avaliação do risco humano a poluentes atmosféricos por meio de biomonitoramento passivo: um estudo de caso em São Mateus do Sul, Paraná. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Tese para obtenção do título de Doutor, São Paulo, Brasil.

Frantzen, K.A. e Ackerman, J. (2002) – Reality-Based Management In Kurt A. Frantzen. *Risk-Based Analysis for Environmental Managers*. U.S.A.: Lewis Publishers. ISBN N° 1-56670-379-4. p.1-18.

Harbaugh, A.W. (2005) MODFLOW-2005, *The U.S. Geology Survey modular ground-water model – the Ground-Water Flow Process*. U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A16. U.S.A.

Hedgecott, S. e Dobbs, T.J. (1998) – Risk Assessment and Management for Inland Waters In the Environment In Peter Calow. *Handbook of Environmental Risk Assessment and Management*. London, U.K.: Blackwell Publishing Ltd. ISBN N° 0-86542-732-1. p.475-505.

INE (2011) *Censos 2011 – Resultados Preliminares, Parte 2*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Lisboa. ISBN N.º 978-989-25-0135-2

ISO 31000 (2009) - Risk management — Principles and guidelines: ISO copyright Office, Geneva.

ISO 31010 (2009) - Risk management — Risk assessment techniques: ISO copyright Office, Geneva.

King, N. J. (1998) – Application of Risk Assessment in Policy and Legislation in the European Union and in the United Kingdom In Peter Calow. Handbook of Environmental Risk Assessment and Management. London, U.K.: Blackwell Publishing Ltd. ISBN N° 0-86542-732-1. p.249-260.

Kristensen, P. (2004) The DPSIR Framework. Workshop on a comprehensive / detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. Nairobi, Kenya.

Lazaridis, M. e Colbeck, I. (2010) – **Human Exposure to Pollutants via Dermal Absorption and Inlation**. Volume 17. New York: Springer. ISBN N°978-90-481-8663-1.

Lei de Bases do Ambiente n.º11/87 (87-04-07) p.30

Mackay, D. (2001) – **Multimedia Environmental Models – The Fugacity Approach**. 2ªed. Boca Raton: CRC Press LLC, U.S.A. ISBN: 978-1566705424.

Mackay, D., Arnot, J.A., Webster, E. e Reid, L. (2009). The Evolution and Future of Environmental Fugacity Models. *Ecotoxicology Modeling*. Devillers, J., Ed. Springer pp 355-375.

MDA (2010) *Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) in the Indoor Environment*. Minnesota Department of Health. Indoor Air Unit. Minnesota, U.S.A.

Medeiros, G.A., Vendrame, Í.F. e Bressan, M.A. (s/d) Estudo da Poluição de águas subterrâneas em nível local. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica. Brasil.

NAS (1983) *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*. National Academy of Sciences. National Academy Press, Washington, DC, U.S.A.

NIH (2003) *Cancer and the Environment*. National Institutes of Health. U.S. Department of Health and Human Services. NIH Publication No. 03-2039. Washington, DC. U.S.A.

NJDHSS (2004) *Nitrous Oxide*. New Jersey Department of Health and Senior Services. Hazardous Substance Fact Sheet. U.S.A.

OSPAR (2005) *Trichlorobenzenes*. OSPAR background document on trichlorobenzenes - Hazardous Substances Series (publication number 2005/170).

Paustenbach, D. J. (2002) – **Human and Ecological Risk Assessment - theory and practice**. New York: Wiley, U.S.A. ISBN N° 0-471-14747-8.

Petts, J. (1998) – Risk Assessment and Management for Waste Treatment and Disposal In Peter Calow. Handbook of Environmental Risk Assessment and Management. London, U.K.: Blackwell Publishing Ltd. ISBN N° 0-86542-732-1.p.417-452.

Pidgeon, N. F. e Beattie, J. (1998) – The Psychology of Risk and Uncertainty In Peter Calow. Handbook of Environmental Risk Assessment and Management. London, U.K.: Blackwell Publishing Ltd. ISBN N° 0-86542-732-1.p.289-318.

Pittinger, C.A., Cowan, C. E., Hindle, P. e Feijtel, T.C.J., (1998) – Corporate Chemical Management: a Risk-Based Approach In Peter Calow. Handbook of Environmental Risk Assessment and Management. London, U.K.: Blackwell Publishing Ltd. ISBN N° 0-86542-732-1.p.379-401.

Portaria n.º 429/99. «D.R.I Série». 137 (99-06-15) 3431-3432.

Portaria n.º 792/98. «D.R.I Série». 219 (98-09-22) 4914-4927.

Portaria n.º 961/98. «D.R.I Série». 260 (98-11-10) 6123-6126.

Primo, K. R. (2005) – Formação, controle e dispersão atmosférica dos Óxidos de Nitrogénio decorrentes da queima de bagaço em caldeiras industriais. Universidade Federal de Itajubá. Dissertação para obtenção do título de Mestre. Itajubá, Brasil.

Pritchard, P. (2000) - **Environmental Risk Management**. London: Earthscan Publications Ltd. U.K. ISBN N° 1-85383-598-6

Quint, M. (1998) – Environmental Risk Assessment in Business In Peter Calow. Handbook of Environmental Risk Assessment and Management. London, U.K.: Blackwell Publishing Ltd. ISBN N° 0-86542-732-1. p.402-416.

Regulamento (CE) n.º142/97 da Comissão Europeia (97-01-27)

Regulamento (CE) n.º1488/94 da Comissão Europeia (94-06-28)

Regulamento (CE) n.º166/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho (06-01-18) L33/1-33/17.

Regulamento (CE) n.º1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho (06-12-18) L136/3-136/280.

Regulamento do Conselho (EEC) n.º793/93 (93-03-23) L 84/1-84/15

Rhomberg, L. R. (1997) A survey of methods for chemical risk assessment among federal regulatory agencies. *Human and Ecological Risk Assessment* 3:1029-1196.

Ricci, P.F. (2006) – **Environmental and Health Risk Assessment and Management, Principles and Practices**. Springer, Netherlands. ISBN N° 978-1-4020-3776-4.

Rice, J.M. (2005) – Cancer Risk Assessment I: How Regulatory Agencies Determine What is a Carcinogen. *Cancer Risk Assessment*. Washington, D.C., U.S.A.: Taylor&Francis Group. ISBN N° 0-8247-2984-4. p.115-136.

Rodricks, J. V. e Burke, T. A. (1998) – Epidemiology and Environmental Risk Assessment In Peter Calow. *Handbook of Environmental Risk Assessment and Management*. London, U.K.: Blackwell Publishing Ltd. ISBN N° 0-86542-732-1. p.218-247.

Rodricks, J.V. (2007) – **Calculated Risks – The Toxicity and Human Risks of Chemicals in our Environment**. 2ªed. New York: Cambridge University Press, U.S.A. ISBN N° 978-0-511-24919-8.

Rodrigues, G. R. e Filho, J.R.F. (2008) Utilização de indicador de emissões atmosféricas como ferramenta de gestão em refinarias de petróleo – Estudo do Caso. IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Responsabilidade Socioambiental das Organizações Brasileiras, Brasil.

Smrcek, J. C. e Zeeman, M. G. (1998) – Assessing Risk to Ecological Systems from Chemicals In Peter Calow. *Handbook of Environmental Risk Assessment and Management*. London, U.K.: Blackwell Publishing Ltd. ISBN N° 0-86542-732-1. p.24-90.

UNEP (2006) *Risk profile on hexabromobiphenyl*. United Nations Environment Programme. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants Review Committee Second meeting. Geneva.

USDHHS (1997) *Toxicological Profile for Chloroform*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (1997a) *Toxicological Profile for White Phosphorus*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (1999) *Toxicological Profile for Mercury*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2000) *Information on Toxic Chemicals - Methane*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Prepared by the Wisconsin Department of Health and Family Services. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2001) *Toxicological Profile for Pentachlorophenol*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2003) *Toxicological Profile for Fluorides, Hydrogen Fluoride, and Fluorine*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2004) *Toxicological Profile for Ammonia*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2004a) *Toxicological Profile for Copper*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2004b) *Toxicological profile for polybrominated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2005) *Toxicological Profile for Naphthalene, 1-Methylnaphthalene, and 2-Methylnaphthalene*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2005a) *Toxicological Profile for Nickel*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2005b) *Toxicological Profile for Zinc*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2005c) *Carbon Dioxide*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Prepared by the Wisconsin Department of Health and Family Services. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2007) *Toxicological Profile for Benzene*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2007a) *Toxicological Profile for Arsenic*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2007b) *Toxicological Profile for Lead*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2008) *Toxicological Profile for Phenol*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2008a) *Toxicological Profile for Cadmium*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USDHHS (2008b) *Toxicological Profile for Chromium*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.

USEPA (1989) *Risk assessment guidance for Superfund, vol.II: Environmental Evolution Manual – Interim Final*. U. S. Environment Protection Agency. EPA/540/1-89/001. Washington, DC. U.S.A.

USEPA (1989a) *Risk Assessment Guidance for Superfund, vol.I: Human Health Evaluation Manual (Part A) Interim Final*. U. S. Environment Protection Agency. Office of Emergency and Remedial Response. EPA/540/1-89/002 Washington DC. U.S.A.

USEPA (1992) *Guidelines for Exposure Assessment*. U. S. Environment Protection Agency. FRL-4129-5. Washington, DC. U.S.A.

USEPA (1996) *Exposure Factors Handbook*. U.S. Environmental Protection Agency. National Center for Environmental Assessment. Office of Research and Development Vol I: General Factors. Washington, DC. U.S.A.

USEPA (1997) *Exposure Factors Handbook*. U.S. Environmental Protection Agency. National Center for Environmental Assessment. Office of Research and Development. Vol I: General Factors. EPA/600/P-25/002F. Washington, DC. U.S.A.

USEPA (1997a) *Mercury Study, Report to Congress. Volume V: Health effects of mercury and mercury compounds*. United States Environmental Protection Agency. Office of Air Quality Planning & Standards and Office of Research and Development. Washington, DC, U.S.A.

USEPA (2005) *Revision to the Guideline on Air Quality Models: Adoption of a Preferred General Purpose (Flat and Complex Terrain) Dispersion Model and Other Revisions; Final Rule*. U.S. Environmental Protection Agency. U.S.A.

USEPA (2006) *Reregistration Eligibility Decision for Simazine*. United States Environmental Protection Agency. Prevention Pesticides and Toxic Substances. U.S.A.

USEPA (2008) *Assessment of the "VISTAS" Version of CALPUFF Modeling System*. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Air Quality Planning and Standards Air Quality Assessment Division. EPA-454/R-08-007. North Carolina, U.S.A.

USEPA (2009) *AERMOD Implementation Guide*. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Air Quality Planning and Standards Air Quality Assessment Division. North Carolina, U.S.A.

USEPA (2009a) *Guidance on the Development, Evaluation, and Application of Environmental Models*. U.S. Environmental Protection Agency. Office of the Science Advisor, Council for Regulatory Environmental Modeling. EPA/100/K-09/003. Washington DC, U.S.A.

USEPA (2010) *EPA's Risk-Screening Environmental Indicators (RSEI) Methodology*. U. S. Environmental Protection Agency. Office of Pollution Prevention and Toxics. Washington, DC. U.S.A.

USEPA (2010a) *Methane and Nitrous Oxide Emissions from Natural Sources*. United States Environmental Protection Agency. Office of Atmospheric Programs. Washington, DC, U.S.A.

USEPA (2011) *Estimation Program Interface Suite – EPI Suite*. U. S. Environmental Protection Agency. Washington, DC. U.S.A.

Webster, E.; Mackay, D.; Wania, F.; Arnot, J.; Gobas, F.; Gouin, T.; Hubbarde, J. e Bonnell, M. (2005) *Development and Application of Models of Chemical Fate in Canada*. Modelling Guidance Document. Canadian Environmental Modelling Network, Trent University, Peterborough, Ontario, Canada.

WHO (1987) *IARC Monographs on the Evaluation of the carcinogenic risks to humans*. World Health Organization. Supplement 7. International Agency for Research on Cancer. Lyon, France.

WHO (1996) *Chloride in Drinking-water*. World Health Organization. Geneva, Switzerland.

WHO (2004) *IPCS Risk Assessment Terminology*. Part 1: IPCS/OECD key generic terms used in chemical hazard/risk assessment; Part 2: IPCS glossary of key exposure assessment terminology. World Health Organization. Geneva, Switzerland.

WHO (2010) *Exposure to Cadmium: a major public health concern*. World Health Organization. Public Health and Environment. Geneva, Switzerland.

Whysner, J. (2005) Quantitative Cancer Risk Assessment In Peter G. Shields. *Cancer Risk Assessment*. Washington, DC., U.S.A.: Taylor&Francis Group. ISBN N° 0-8247-2984-4. p.99-114.

Williams, C., Frantzen, K.A. e Vangalio, J. (2002) – *Interfacing the Assessment, Management, and Communication of Risk*. Risk-Based Analysis for Environmental Managers. U.S.A.: Lewis Publishers. ISBN N° 1-56670-379-4.p.59-94.

Zakrzewski, S.F. (2002) – **Environmental Toxicology**. 3<sup>a</sup>ed. New York: Oxford University Press, U.S.A. ISBN N° 0-19-514811-8.

Zheng, C. (1990) *MT3D, A Modular three-dimensional transport model for simulation of advection, dispersion and chemical reactions of contaminants in groundwater systems*. Report to the U.S. Environmental Protection Agency. U.S.A.

Zheng, C. e Wang, P.P. (1999) *MT3DMS, A Modular three-dimensional multi-species transport model for simulation of advection, dispersion and chemical reactions of contaminants in groundwater systems; documentation and user's guide*. U.S. Army Engineer Research and Development Center Contract Report SERDP-99-1, Vicksburg, U.S.A.

Zheng, C., Weaver, J. e Tonkin, M. (2010) *MT3DMS, A Modular Three-dimensional Multispecies Transport Model – User Guide to the Hydrocarbon Spill Source (HSS) Package*. U.S. Environmental Protection Agency. Georgia, U.S.A.



# **ANEXOS**



## ANEXO A

**Tabela 1a.** Valores retirados do Programa EPI Suite.

Propriedades Contaminantes	Massa molar (g/mol)	Temperatura (°C)	Pressão de Vapor (Pa)	Solubilidade em água (g/m <sup>3</sup> )	Log KOW	Ponto de fusão (°C)
<b>Amônia</b>	17,03	25	$2,21 \times 10^{-11}$	$1,00 \times 10^6$	-1,38	260,6
<b>Arsênio</b>	77,95	25	$1,52 \times 10^6$	$3,47 \times 10^4$	0,68	-117
<b>Azoto</b>	28,01	25	$2,22 \times 10^{12}$	$1,81 \times 10^4$	0,67	-210,01
<b>Benzeno*</b>	78	25	12 700	1 780	2,13	5,53
<b>Cádmio</b>	112,41	25	$1,20 \times 10^{-15}$	$1,23 \times 10^5$	-0,07	321
<b>Chumbo</b>	207,2	25	$9,71 \times 10^{-9}$	$3,68 \times 10^5$	0,73	327,5
<b>Cloretos</b>	35,45	25	$5,55 \times 10^6$	$6,48 \times 10^4$	0,36	-90,81
<b>Cobre</b>	63,55	25	$1 \times 10^{-50}$	$4,21 \times 10^5$	-0,57	1 083
<b>Crômio</b>	52	25	$1 \times 10^{-50}$	$8,67 \times 10^4$	0,23	1 900
<b>Dióxido de Carbono</b>	44,01	25	$6,44 \times 10^6$	1 480	0,83	-56,5
<b>Fenol</b>	94,11	25	46,7	82 800	1,46	40,9

<b>Fluoretos</b>	38	25	$2,70 \times 10^{10}$	1,69	0,22	-219,61
<b>Fósforo</b>	34	25	$3,91 \times 10^6$	204 800	-0,27	-133
<b>Hexabromobifenilo</b>	627,57	25	$6,93 \times 10^{-6}$	0,011	6,39	72
<b>Mercúrio</b>	200,59	25	$2,61 \times 10^{-1}$	$1,28 \times 10^4$	0,62	-38,8
<b>Metano</b>	16,04	25	$6,21 \times 10^7$	22	1,09	-182,4
<b>Monóxido de Carbono</b>	28,01	25	$1,16 \times 10^6$	$4,97 \times 10^7$	0,4	-140,01
<b>Naftaleno*</b>	12819	25	104	31	337	805
<b>Níquel</b>	58,69	25	$5,65 \times 10^{-7}$	$4,22 \times 10^5$	-0,57	188,6
<b>Óxido de Azoto</b>	31,01	25	$3,94 \times 10^7$	19 092	0,74	-163,6
<b>Óxido Nitroso</b>	44,01	25	$5,72 \times 10^6$	$6,48 \times 10^4$	0,36	-90,81
<b>Pentaclorofenol*</b>	266,34	25	415	14	505	190
<b>Simazina*</b>	201,7	25	$8,5 \times 10^{-6}$	5	2,18	225
<b>Triclorobenzeno*</b>	181,45	25	28	21	4,1	53
<b>Triclorometano*</b>	119,38	25	26 244	8 200	1,97	-63,5
<b>Zinco</b>	67,41	25	$1,07 \times 10^{-20}$	$1,20 \times 10^5$	-0,47	419,5

Continuação da tabela anterior

<b>Propriedades</b>	<b>Degradação (h)</b>			
	<b>Ar</b>	<b>Água</b>	<b>Solo</b>	<b>Sedimento</b>
<b>Amónia</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Arsénio</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Azoto</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Benzeno*</b>	17	170	550	1 700
<b>Cádmio</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Chumbo</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	900	1800	8 100
<b>Cloretos</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Cobre</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Crómio</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Dióxido de Carbono</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Fenol</b>	9,76	360	720	3 240
<b>Fluoretos</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Fósforo</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240

<b>Hexabromobifenilo</b>	906	4 320	8 640	38 900
<b>Mercúrio</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Metano</b>	37 400	360	720	3 240
<b>Monóxido de Carbono</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Naftaleno*</b>	17	170	1 700	5 500
<b>Níquel</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Óxido de Azoto</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Óxido Nitroso</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240
<b>Pentaclorofenol*</b>	550	550	1 700	5 500
<b>Simazina*</b>	550	550	1 700	5 500
<b>Triclorobenzeno*</b>	550	1 700	5 500	17 000
<b>Triclorometano *</b>	1 700	1 700	5 500	17 000
<b>Zinco</b>	1,00 x 10 <sup>5</sup>	360	720	3 240

\* Valores já presentes no modelo EQC.

## ANEXO B

### Amónia

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar**

Emissão ar = 161 t/ano = 161000 kg/ano = 441,096 kg/dia = 18,379 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	1079	0	0	0	1079
Emission kg/h	18.4	0	0	0	18.4
Fugacity Pa	1.84e-21	6.94e-22	1.64e-26	5.04e-21	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.88e-20	1.84e-6	1.31e-11	1.07e-5	
Conc g/m <sup>3</sup>	3.20e-19	3.14e-5	2.24e-10	1.82e-4	
Conc ug/g	2.70e-16	3.14e-5	1.49e-10	1.43e-4	
Amount mol	1.88e-6	3.69e+5	0.236	5355	3.74e+5
Amount kg	3.20e-8	6276	4.02e-3	91.2	6367
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	1.30e-11	709	2.27e-4	1.145	711
Rct rate kg/h	2.22e-13	12.1	3.87e-6	0.020	0
Adv rate mol/h	1.88e-8	369	0	0.107	369
Adv rate kg/h	3.20e-10	6.276	0	1.82e-3	6.278
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

**Figura 1b.** Amónia - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 30,4 t/ano = 30400 kg/ano = 83,288 kg/dia = 3,470 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	204	0	0	0	204
Emission kg/h	3.470	0	0	0	3.470
Fugacity Pa	3.47e-22	1.31e-22	3.10e-27	9.51e-22	
Conc mol/m <sup>3</sup>	3.55e-21	3.48e-7	2.48e-12	2.02e-6	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.04e-20	5.92e-6	4.22e-11	3.44e-5	
Conc ug/g	5.10e-17	5.92e-6	2.81e-11	2.69e-5	
Amount mol	3.55e-7	69580	0.045	1011	70591
Amount kg	6.04e-9	1185	7.60e-4	17.2	1202
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	2.46e-12	134	4.29e-5	0.216	134
Rct rate kg/h	4.19e-14	2.281	7.31e-7	3.68e-3	0
Adv rate mol/h	3.55e-9	69.6	0	0.020	69.6
Adv rate kg/h	6.04e-11	1.185	0	3.44e-4	1.185
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 2b. Amónia - Distrito de Setúbal, concelho do Barreiro

## Distrito de Setúbal – Concelho de Palmela – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 19,3 t/ano = 19300 kg/ano = 52,877 kg/dia = 2,203 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	117	0	0	0	117
Emission kg/h	2.000	0	0	0	2.000
Fugacity Pa	2.00e-22	7.55e-23	1.79e-27	5.48e-22	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.05e-21	2.01e-7	1.43e-12	1.17e-6	
Conc g/m <sup>3</sup>	3.48e-20	3.41e-6	2.43e-11	1.98e-5	
Conc ug/g	2.94e-17	3.41e-6	1.62e-11	1.55e-5	
Amount mol	2.05e-7	40104	0.026	583	40687
Amount kg	3.48e-9	683	4.38e-4	9.925	693
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	1.42e-12	77.2	2.47e-5	0.125	77.3
Rct rate kg/h	2.41e-14	1.315	4.21e-7	2.12e-3	0
Adv rate mol/h	2.05e-9	40.1	0	0.012	40.1
Adv rate kg/h	3.48e-11	0.683	0	1.98e-4	0.683
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 3b. Amónia - Distrito de Setúbal, concelho do Palmela.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Santiago do Cacém – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 302,5 t/ano = 302500 kg/ano = 828,767 kg/dia = 34,532 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	1996	0	0	0	1996
Emission kg/h	34.0	0	0	0	34.0
Fugacity Pa	3.40e-21	1.28e-21	3.04e-26	9.32e-21	
Conc mol/m <sup>3</sup>	3.48e-20	3.41e-6	2.43e-11	1.98e-5	
Conc g/m <sup>3</sup>	5.92e-19	5.81e-5	4.14e-10	3.37e-4	
Conc ug/g	5.00e-16	5.81e-5	2.76e-10	2.64e-4	
Amount mol	3.48e-6	6.82e+5	0.437	9907	6.92e+5
Amount kg	5.92e-8	11610	7.44e-3	169	11779
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	2.41e-11	1312	4.21e-4	2.119	1315
Rct rate kg/h	4.10e-13	22.4	7.16e-6	0.036	0
Adv rate mol/h	3.48e-8	682	0	0.198	682
Adv rate kg/h	5.92e-10	11.6	0	3.37e-3	11.6
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

**Figura 4b.** Amónia - Distrito de Setúbal, concelho do Santiago do Cacém.

## Distrito de Setúbal – Concelho do Montijo – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 121,7 t/ano = 121700 kg/ano = 333,425 kg/dia = 13,893 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	816	0	0	0	816
Emission kg/h	13.9	0	0	0	13.9
Fugacity Pa	1.39e-21	5.24e-22	1.24e-26	3.81e-21	
Conc mol/m³	1.42e-20	1.39e-6	9.92e-12	8.10e-6	
Conc g/m³	2.42e-19	2.37e-5	1.69e-10	1.38e-4	
Conc ug/g	2.04e-16	2.37e-5	1.13e-10	1.08e-4	
Amount mol	1.42e-6	2.79e+5	0.179	4048	2.83e+5
Amount kg	2.42e-8	4744	3.04e-3	68.9	4813
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	9.85e-12	536	1.72e-4	0.866	537
Rct rate kg/h	1.68e-13	9.133	2.93e-6	0.015	0
Adv rate mol/h	1.42e-8	279	0	0.081	279
Adv rate kg/h	2.42e-10	4.744	0	1.38e-3	4.746
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 5b. Amónia - Distrito de Setúbal, concelho do Montijo.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Alcácer do Sal – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 27,5 t/ano = 27500 kg/ano = 75,342 kg/dia = 3,139 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	184	0	0	0	184
Emission kg/h	3.139	0	0	0	3.139
Fugacity Pa	3.13e-22	1.18e-22	2.81e-27	8.60e-22	
Conc mol/m³	3.21e-21	3.15e-7	2.24e-12	1.83e-6	
Conc g/m³	5.47e-20	5.36e-6	3.82e-11	3.12e-5	
Conc ug/g	4.61e-17	5.36e-6	2.54e-11	2.43e-5	
Amount mol	3.21e-7	62943	0.040	915	63858
Amount kg	5.47e-9	1072	6.87e-4	15.6	1087
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	2.22e-12	121	3.88e-5	0.196	121
Rct rate kg/h	3.79e-14	2.063	6.61e-7	3.33e-3	0
Adv rate mol/h	3.21e-9	62.9	0	0.018	63.0
Adv rate kg/h	5.47e-11	1.072	0	3.12e-4	1.072
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 6b. Amónia - Distrito de Setúbal, concelho de Alcácer do Sal.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Moita – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 31,7 t/ano = 31700 kg/ano = 86,849 kg/dia = 3,619 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	213	0	0	0	213
Emission kg/h	3.619	0	0	0	3.619
Fugacity Pa	3.61e-22	1.37e-22	3.24e-27	9.92e-22	
Conc mol/m³	3.70e-21	3.63e-7	2.58e-12	2.11e-6	
Conc g/m³	6.30e-20	6.18e-6	4.40e-11	3.59e-5	
Conc ug/g	5.32e-17	6.18e-6	2.93e-11	2.81e-5	
Amount mol	3.70e-7	72568	0.047	1055	73622
Amount kg	6.30e-9	1236	7.92e-4	18.0	1254
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	2.56e-12	140	4.48e-5	0.226	140
Rct rate kg/h	4.37e-14	2.379	7.63e-7	3.84e-3	0
Adv rate mol/h	3.70e-9	72.6	0	0.021	72.6
Adv rate kg/h	6.30e-11	1.236	0	3.59e-4	1.236
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 7b. Amónia - Distrito de Setúbal, concelho de Moita.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Sesimbra – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 40,7 t/ano = 40700 kg/ano = 111,507 kg/dia = 4,646 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	273	0	0	0	273
Emission kg/h	4.646	0	0	0	4.646
Fugacity Pa	4.64e-22	1.75e-22	4.16e-27	1.27e-21	
Conc mol/m³	4.75e-21	4.66e-7	3.32e-12	2.71e-6	
Conc g/m³	8.09e-20	7.93e-6	5.65e-11	4.61e-5	
Conc ug/g	6.83e-17	7.93e-6	3.77e-11	3.60e-5	
Amount mol	4.75e-7	93161	0.060	1354	94515
Amount kg	8.09e-9	1587	1.02e-3	23.1	1610
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	3.29e-12	179	5.75e-5	0.290	180
Rct rate kg/h	5.61e-14	3.054	9.79e-7	4.93e-3	0
Adv rate mol/h	4.75e-9	93.2	0	0.027	93.2
Adv rate kg/h	8.09e-11	1.587	0	4.61e-4	1.587
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 8b. Amónia - Distrito de Setúbal, concelho de Sesimbra.

## Distrito de Portalegre – Concelho de Ponte de Sôr – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 43 t/ano = 43000 kg/ano = 117,808 kg/dia = 4,909 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	288	0	0	0	288
Emission kg/h	4.909	0	0	0	4.909
Fugacity Pa	4.90e-22	1.85e-22	4.39e-27	1.35e-21	
Conc mol/m <sup>3</sup>	5.02e-21	4.92e-7	3.51e-12	2.86e-6	
Conc g/m <sup>3</sup>	8.55e-20	8.38e-6	5.97e-11	4.87e-5	
Conc ug/g	7.21e-17	8.38e-6	3.98e-11	3.81e-5	
Amount mol	5.02e-7	98435	0.063	1430	99865
Amount kg	8.55e-9	1676	1.07e-3	24.4	1701
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	3.48e-12	189	6.07e-5	0.306	190
Rct rate kg/h	5.92e-14	3.227	1.03e-6	5.21e-3	0
Adv rate mol/h	5.02e-9	98.4	0	0.029	98.5
Adv rate kg/h	8.55e-11	1.676	0	4.87e-4	1.677
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 9b. Amónia - Distrito de Portalegre, concelho de Ponte de Sôr.

## Distrito de Beja – Concelho de Cuba – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 56,1 t/ano = 56100 kg/ano = 153,699 kg/dia = 6,404 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	376	0	0	0	376
Emission kg/h	6.404	0	0	0	6.404
Fugacity Pa	6.39e-22	2.42e-22	5.73e-27	1.76e-21	
Conc mol/m <sup>3</sup>	6.55e-21	6.42e-7	4.57e-12	3.73e-6	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.12e-19	1.09e-5	7.79e-11	6.36e-5	
Conc ug/g	9.41e-17	1.09e-5	5.19e-11	4.97e-5	
Amount mol	6.55e-7	1.28e+5	0.082	1866	1.30e+5
Amount kg	1.12e-8	2187	1.40e-3	31.8	2219
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	4.54e-12	247	7.92e-5	0.399	248
Rct rate kg/h	7.73e-14	4.210	1.35e-6	6.80e-3	0
Adv rate mol/h	6.55e-9	128	0	0.037	128
Adv rate kg/h	1.12e-10	2.187	0	6.36e-4	2.187
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 10b. Amónia - Distrito de Beja, concelho de Cuba.

## Distrito de Beja – Concelho de Moura – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 24,6 t/ano = 24600 kg/ano = 67,397 kg/dia = 2,808 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	165	0	0	0	165
Emission kg/h	2.808	0	0	0	2.808
Fugacity Pa	2.80e-22	1.06e-22	2.51e-27	7.70e-22	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.87e-21	2.82e-7	2.01e-12	1.64e-6	
Conc g/m <sup>3</sup>	4.89e-20	4.79e-6	3.42e-11	2.79e-5	
Conc ug/g	4.13e-17	4.79e-6	2.28e-11	2.18e-5	
Amount mol	2.87e-7	56306	0.036	818	57124
Amount kg	4.89e-9	959	6.15e-4	13.9	973
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	1.99e-12	108	3.47e-5	0.175	109
Rct rate kg/h	3.39e-14	1.846	5.92e-7	2.98e-3	0
Adv rate mol/h	2.87e-9	56.3	0	0.016	56.3
Adv rate kg/h	4.89e-11	0.959	0	2.79e-4	0.959
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 11b. Amónia - Distrito de Beja, concelho de Moura.

## Distrito de Beja – Concelho de Castro Verde – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 75,1 t/ano = 75100 kg/ano = 205,753 kg/dia = 8,573 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	503	0	0	0	503
Emission kg/h	8.573	0	0	0	8.573
Fugacity Pa	8.56e-22	3.23e-22	7.67e-27	2.35e-21	
Conc mol/m <sup>3</sup>	8.77e-21	8.60e-7	6.12e-12	5.00e-6	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.49e-19	1.46e-5	1.04e-10	8.51e-5	
Conc ug/g	1.26e-16	1.46e-5	6.95e-11	6.65e-5	
Amount mol	8.77e-7	1.72e+5	0.110	2498	1.74e+5
Amount kg	1.49e-8	2928	1.88e-3	42.5	2970
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	6.08e-12	331	1.06e-4	0.534	331
Rct rate kg/h	1.03e-13	5.636	1.81e-6	9.10e-3	0
Adv rate mol/h	8.77e-9	172	0	0.050	172
Adv rate kg/h	1.49e-10	2.928	0	8.51e-4	2.928
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 12b. Amónia - Distrito de Beja, concelho de Castro Verde.

### Distrito de Beja – Concelho de Ferreira do Alentejo – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 66,4 t/ano = 66400 kg/ano = 181,918 kg/dia = 7,58 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	445	0	0	0	445
Emission kg/h	7.580	0	0	0	7.580
Fugacity Pa	7.57e-22	2.86e-22	6.78e-27	2.08e-21	
Conc mol/m³	7.75e-21	7.60e-7	5.41e-12	4.42e-6	
Conc g/m³	1.32e-19	1.29e-5	9.22e-11	7.52e-5	
Conc ug/g	1.11e-16	1.29e-5	6.15e-11	5.88e-5	
Amount mol	7.75e-7	1.52e+5	0.097	2209	1.54e+5
Amount kg	1.32e-8	2588	1.66e-3	37.6	2626
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	5.37e-12	293	9.38e-5	0.472	293
Rct rate kg/h	9.15e-14	4.983	1.60e-6	8.05e-3	0
Adv rate mol/h	7.75e-9	152	0	0.044	152
Adv rate kg/h	1.32e-10	2.588	0	7.52e-4	2.589
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 13b. Amónia - Distrito de Beja, concelho de Ferreira do Alentejo.

### Distrito de Évora – Concelho de Évora – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 24,8 t/ano = 24800 kg/ano = 67,945 kg/dia = 2,831 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	166	0	0	0	166
Emission kg/h	2.831	0	0	0	2.831
Fugacity Pa	2.83e-22	1.07e-22	2.53e-27	7.76e-22	
Conc mol/m³	2.90e-21	2.84e-7	2.02e-12	1.65e-6	
Conc g/m³	4.93e-20	4.83e-6	3.44e-11	2.81e-5	
Conc ug/g	4.16e-17	4.83e-6	2.30e-11	2.20e-5	
Amount mol	2.90e-7	56767	0.036	825	57592
Amount kg	4.93e-9	967	6.20e-4	14.0	981
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	2.01e-12	109	3.50e-5	0.176	109
Rct rate kg/h	3.42e-14	1.861	5.97e-7	3.00e-3	0
Adv rate mol/h	2.90e-9	56.8	0	0.016	56.8
Adv rate kg/h	4.93e-11	0.967	0	2.81e-4	0.967
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 14b. Amónia - Distrito de Évora, concelho de Évora.

### Distrito de Évora – Concelho de Montemor-o-Novo – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 378,5 t/ano = 378500 kg/ano = 1036,986 kg/dia = 43,208 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	2525	0	0	0	2525
Emission kg/h	43.0	0	0	0	43.0
Fugacity Pa	4.29e-21	1.62e-21	3.85e-26	1.18e-20	
Conc mol/m³	4.40e-20	4.31e-6	3.07e-11	2.51e-5	
Conc g/m³	7.49e-19	7.34e-5	5.23e-10	4.27e-4	
Conc ug/g	6.32e-16	7.34e-5	3.49e-10	3.33e-4	
Amount mol	4.40e-6	8.62e+5	0.553	12530	8.75e+5
Amount kg	7.49e-8	14684	9.41e-3	213	14897
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	3.05e-11	1660	5.32e-4	2.680	1662
Rct rate kg/h	5.19e-13	28.3	9.06e-6	0.046	0
Adv rate mol/h	4.40e-8	862	0	0.251	862
Adv rate kg/h	7.49e-10	14.7	0	4.27e-3	14.7
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 15b. Amónia - Distrito de Évora, concelho de Montemor-o-Novo.

### Distrito de Évora – Concelho de Vendas Novas – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 161,1 t/ano = 161100 kg/ano = 441,37 kg/dia = 18,390 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	1080	0	0	0	1080
Emission kg/h	18.4	0	0	0	18.4
Fugacity Pa	1.84e-21	6.94e-22	1.65e-26	5.04e-21	
Conc mol/m³	1.88e-20	1.84e-6	1.31e-11	1.07e-5	
Conc g/m³	3.20e-19	3.14e-5	2.24e-10	1.83e-4	
Conc ug/g	2.70e-16	3.14e-5	1.49e-10	1.43e-4	
Amount mol	1.88e-6	3.69e+5	0.236	5359	3.74e+5
Amount kg	3.20e-8	6280	4.03e-3	91.3	6371
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	1.30e-11	710	2.28e-4	1.146	711
Rct rate kg/h	2.22e-13	12.1	3.88e-6	0.020	0
Adv rate mol/h	1.88e-8	369	0	0.107	369
Adv rate kg/h	3.20e-10	6.280	0	1.83e-3	6.282
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 16b. Amónia - Distrito de Évora, concelho de Vendas Novas.

## Distrito de Évora – Concelho de Mora – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 62,7 t/ano = 62700 kg/ano = 171,781 kg/dia = 7,158 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	420	0	0	0	420
Emission kg/h	7.158	0	0	0	7.158
Fugacity Pa	7.15e-22	2.70e-22	6.40e-27	1.96e-21	
Conc mol/m <sup>3</sup>	7.32e-21	7.18e-7	5.11e-12	4.17e-6	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.25e-19	1.22e-5	8.71e-11	7.10e-5	
Conc ug/g	1.05e-16	1.22e-5	5.80e-11	5.55e-5	
Amount mol	7.32e-7	1.44e+5	0.092	2086	1.46e+5
Amount kg	1.25e-8	2444	1.57e-3	35.5	2480
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	5.07e-12	276	8.86e-5	0.446	277
Rct rate kg/h	8.64e-14	4.705	1.51e-6	7.60e-3	0
Adv rate mol/h	7.32e-9	144	0	0.042	144
Adv rate kg/h	1.25e-10	2.444	0	7.10e-4	2.445
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 17b. Amónia - Distrito de Évora, concelho de Mora.

## Distrito de Évora – Concelho de Arraiolos – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 130,8 t/ano = 130800 kg/ano = 358,356 kg/dia = 14,932 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	877	0	0	0	877
Emission kg/h	14.9	0	0	0	14.9
Fugacity Pa	1.49e-21	5.63e-22	1.34e-26	4.09e-21	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.53e-20	1.50e-6	1.07e-11	8.70e-6	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.60e-19	2.55e-5	1.82e-10	1.48e-4	
Conc ug/g	2.19e-16	2.55e-5	1.21e-10	1.16e-4	
Amount mol	1.53e-6	2.99e+5	0.192	4351	3.04e+5
Amount kg	2.60e-8	5099	3.27e-3	74.1	5173
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	1.06e-11	576	1.85e-4	0.931	577
Rct rate kg/h	1.80e-13	9.816	3.15e-6	0.016	0
Adv rate mol/h	1.53e-8	299	0	0.087	300
Adv rate kg/h	2.60e-10	5.099	0	1.48e-3	5.101
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 18b. Amónia - Distrito de Évora, concelho de Arraiolos.

### Distrito de Évora – Concelho de Estremoz – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 116,2 t/ano = 116200 kg/ano = 318,356 kg/dia = 13,265 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	779	0	0	0	779
Emission kg/h	13.3	0	0	0	13.3
Fugacity Pa	1.32e-21	5.01e-22	1.19e-26	3.64e-21	
Conc mol/m³	1.36e-20	1.33e-6	9.47e-12	7.73e-6	
Conc g/m³	2.31e-19	2.26e-5	1.61e-10	1.32e-4	
Conc ug/g	1.95e-16	2.26e-5	1.08e-10	1.03e-4	
Amount mol	1.36e-6	2.66e+5	0.171	3865	2.70e+5
Amount kg	2.31e-8	4530	2.90e-3	65.8	4596
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	9.40e-12	512	1.64e-4	0.827	513
Rct rate kg/h	1.60e-13	8.720	2.80e-6	0.014	0
Adv rate mol/h	1.36e-8	266	0	0.077	266
Adv rate kg/h	2.31e-10	4.530	0	1.32e-3	4.531
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 19b. Amónia - Distrito de Évora, concelho de Estremoz.

### Distrito de Faro – Concelho de Loulé – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 20,4 t/ano = 20400 kg/ano = 55,890 kg/dia = 2,329 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	10.2	2.66e+15	7.98e+14	2.13e+15	
Bulk VZ	1.02e+15	5.31e+26	1.44e+25	1.06e+24	5.47e+26
Emission mol/h	137	0	0	0	137
Emission kg/h	2.329	0	0	0	2.329
Fugacity Pa	2.33e-22	8.79e-23	2.08e-27	6.38e-22	
Conc mol/m³	2.38e-21	2.34e-7	1.66e-12	1.36e-6	
Conc g/m³	4.06e-20	3.98e-6	2.83e-11	2.31e-5	
Conc ug/g	3.42e-17	3.98e-6	1.89e-11	1.81e-5	
Amount mol	2.38e-7	46701	0.030	679	47379
Amount kg	4.06e-9	795	5.10e-4	11.6	807
Amount %	5.03e-10	98.6	6.32e-5	1.432	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.10e+9	1.02e+24	1.38e+22	2.27e+20	
D adv mol/Pa.h	1.02e+13	5.31e+23	0	2.13e+19	
Rct rate mol/h	1.65e-12	89.9	2.88e-5	0.145	90.0
Rct rate kg/h	2.81e-14	1.531	4.91e-7	2.47e-3	0
Adv rate mol/h	2.38e-9	46.7	0	0.014	46.7
Adv rate kg/h	4.06e-11	0.795	0	2.31e-4	0.796
Reaction %	1.21e-12	65.7	2.11e-5	0.106	
Advection %	1.74e-9	34.1	0	9.92e-3	

Figura 20b. Amónia - Distrito de Faro, concelho de Loulé.

## Arsénio

**Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 64 kg/ano = 0,175 kg/dia = 0,0073 kg/h

Emissão água = 26,9 kg/ano = 0,0737 kg/dia = 0,00307 kg/h

Emissão solo = 1,345 kg/ano = 0,00368 kg/dia =  $1,535 \times 10^{-4}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.93e-4	1.82e-4	2.45e-4	
Bulk VZ	4.03e+10	5.86e+7	3.28e+6	1.23e+5	4.04e+10
Emission mol/h	0.094	0.039	1.97e-3	0	0.135
Emission kg/h	7.30e-3	3.07e-3	1.54e-4	0	0.011
Fugacity Pa	3.34e-10	3.34e-10	1.02e-11	2.61e-9	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.35e-13	9.79e-14	1.86e-15	6.41e-13	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.05e-11	7.63e-12	1.45e-13	4.99e-11	
Conc ug/g	8.87e-9	7.63e-12	9.68e-14	3.90e-11	
Amount mol	13.5	0.020	3.35e-5	3.20e-4	13.5
Amount kg	1.051	1.53e-3	2.62e-6	2.50e-5	1.053
Amount %	99.9	0.145	2.48e-4	2.37e-3	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	1.13e+5	3159	26.2	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	58590	0	2.454	
Rct rate mol/h	9.35e-5	3.77e-5	3.23e-8	6.85e-8	1.31e-4
Rct rate kg/h	7.28e-6	2.94e-6	2.52e-9	5.34e-9	0
Adv rate mol/h	0.135	1.96e-5	0	6.41e-9	0.135
Adv rate kg/h	0.011	1.53e-6	0	4.99e-10	0.011
Reaction %	0.069	0.028	2.39e-5	5.07e-5	
Advection %	99.9	0.015	0	4.75e-6	

**Figura 21b.** Arsénio – Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 133 kg/ano = 0,364 kg/dia = 0,0152 kg/h

Emissão água = 214 kg/ano = 0,586 kg/dia = 0,0244 kg/h

Emissão solo = 10,7 kg/ano = 0,0293 kg/dia = 0,00122 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.93e-4	1.82e-4	2.45e-4	
Bulk VZ	4.03e+10	5.86e+7	3.28e+6	1.23e+5	4.04e+10
Emission mol/h	0.195	0.313	0.016	0	0.524
Emission kg/h	0.015	0.024	1.22e-3	0	0.041
Fugacity Pa	1.30e-9	1.30e-9	4.08e-11	1.01e-8	
Conc mol/m <sup>3</sup>	5.23e-13	3.80e-13	7.45e-15	2.48e-12	
Conc g/m <sup>3</sup>	4.08e-11	2.96e-11	5.81e-13	1.94e-10	
Conc ug/g	3.44e-8	2.96e-11	3.87e-13	1.51e-10	
Amount mol	52.3	0.076	1.34e-4	1.24e-3	52.4
Amount kg	4.077	5.92e-3	1.05e-5	9.68e-5	4.083
Amount %	99.9	0.145	2.56e-4	2.37e-3	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	1.13e+5	3159	26.2	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	58590	0	2.454	
Rct rate mol/h	3.62e-4	1.46e-4	1.29e-7	2.66e-7	5.09e-4
Rct rate kg/h	2.83e-5	1.14e-5	1.01e-8	2.07e-8	0
Adv rate mol/h	0.523	7.60e-5	0	2.48e-8	0.523
Adv rate kg/h	0.041	5.92e-6	0	1.94e-9	0.041
Reaction %	0.069	0.028	2.46e-5	5.07e-5	
Advection %	99.9	0.015	0	4.75e-6	

**Figura 22b.** Arsénio - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 62 kg/ano = 0,170 kg/dia = 0,007 kg/h

Emissão água = 27,3 kg/ano = 0,0748 kg/dia = 0,003 kg/h

Emissão solo = 1,365 kg/ano = 0,00374 kg/dia =  $1,55 \times 10^{-4}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.93e-4	1.82e-4	2.45e-4	
Bulk VZ	4.03e+10	5.86e+7	3.28e+6	1.23e+5	4.04e+10
Emission mol/h	0.090	0.038	2.00e-3	0	0.130
Emission kg/h	7.00e-3	3.00e-3	1.56e-4	0	0.010
Fugacity Pa	3.23e-10	3.23e-10	9.88e-12	2.52e-9	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.30e-13	9.45e-14	1.80e-15	6.18e-13	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.01e-11	7.37e-12	1.40e-13	4.82e-11	
Conc ug/g	8.56e-9	7.37e-12	9.36e-14	3.76e-11	
Amount mol	13.0	0.019	3.24e-5	3.09e-4	13.0
Amount kg	1.014	1.47e-3	2.53e-6	2.41e-5	1.016
Amount %	99.9	0.145	2.49e-4	2.37e-3	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	1.13e+5	3159	26.2	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	58590	0	2.454	
Rct rate mol/h	9.02e-5	3.64e-5	3.12e-8	6.61e-8	1.27e-4
Rct rate kg/h	7.03e-6	2.84e-6	2.43e-9	5.15e-9	0
Adv rate mol/h	0.130	1.89e-5	0	6.18e-9	0.130
Adv rate kg/h	0.010	1.47e-6	0	4.82e-10	0.010
Reaction %	0.069	0.028	2.40e-5	5.07e-5	
Advection %	99.9	0.015	0	4.75e-6	

**Figura 23b.** Arsénio - Distrito de Setúbal, concelho de Barreiro.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Seixal – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 55 kg/ano = 0,151 kg/dia = 0,00628 kg/h

Emissão água = 6,41 kg/ano = 0,0176 kg/dia =  $7,32 \times 10^{-4}$  kg/h

Emissão solo = 0,3205 kg/ano =  $8,78 \times 10^{-4}$  kg/dia =  $3,66 \times 10^{-5}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.93e-4	1.82e-4	2.45e-4	
Bulk VZ	4.03e+10	5.86e+7	3.28e+6	1.23e+5	4.04e+10
Emission mol/h	0.081	9.39e-3	4.70e-4	0	0.090
Emission kg/h	6.28e-3	7.32e-4	3.66e-5	0	7.05e-3
Fugacity Pa	2.24e-10	2.24e-10	6.72e-12	1.75e-9	
Conc mol/m <sup>3</sup>	9.03e-14	6.56e-14	1.23e-15	4.29e-13	
Conc g/m <sup>3</sup>	7.04e-12	5.11e-12	9.55e-14	3.34e-11	
Conc ug/g	5.94e-9	5.11e-12	6.37e-14	2.61e-11	
Amount mol	9.032	0.013	2.21e-5	2.15e-4	9.046
Amount kg	0.704	1.02e-3	1.72e-6	1.67e-5	0.705
Amount %	99.9	0.145	2.44e-4	2.37e-3	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	1.13e+5	3159	26.2	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	58590	0	2.454	
Rct rate mol/h	6.26e-5	2.53e-5	2.12e-8	4.59e-8	8.79e-5
Rct rate kg/h	4.88e-6	1.97e-6	1.65e-9	3.58e-9	0
Adv rate mol/h	0.090	1.31e-5	0	4.29e-9	0.090
Adv rate kg/h	7.04e-3	1.02e-6	0	3.34e-10	7.04e-3
Reaction %	0.069	0.028	2.35e-5	5.07e-5	
Advection %	99.9	0.015	0	4.75e-6	

**Figura 24b.** Arsénio - Distrito de Setúbal, concelho de Seixal.

**Distrito de Beja – Concelho de Castro Verde – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 44 kg/ano = 0,121 kg/dia = 0,005 kg/h

Emissão solo = 2,2 kg/ano = 0,006 kg/dia = 2,51 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.93e-4	1.82e-4	2.45e-4	
Bulk VZ	4.03e+10	5.86e+7	3.28e+6	1.23e+5	4.04e+10
Emission mol/h	0	0.064	3.22e-3	0	0.067
Emission kg/h	0	5.00e-3	2.51e-4	0	5.25e-3
Fugacity Pa	1.67e-10	1.67e-10	5.43e-12	1.30e-9	
Conc mol/m <sup>3</sup>	6.73e-14	4.89e-14	9.91e-16	3.20e-13	
Conc g/m <sup>3</sup>	5.25e-12	3.81e-12	7.72e-14	2.49e-11	
Conc ug/g	4.42e-9	3.81e-12	5.15e-14	1.95e-11	
Amount mol	6.729	9.77e-3	1.78e-5	1.60e-4	6.739
Amount kg	0.525	7.62e-4	1.39e-6	1.25e-5	0.525
Amount %	99.9	0.145	2.65e-4	2.37e-3	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	1.13e+5	3159	26.2	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	58590	0	2.454	
Rct rate mol/h	4.66e-5	1.88e-5	1.72e-8	3.42e-8	6.55e-5
Rct rate kg/h	3.63e-6	1.47e-6	1.34e-9	2.66e-9	0
Adv rate mol/h	0.067	9.77e-6	0	3.20e-9	0.067
Adv rate kg/h	5.25e-3	7.62e-7	0	2.49e-10	5.25e-3
Reaction %	0.069	0.028	2.55e-5	5.07e-5	
Advection %	99.9	0.015	0	4.75e-6	

**Figura 25b.** Arsénio - Distrito de Beja, concelho de Castro Verde.

## Azoto

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 28100 t/ano = 28100000 kg/ano = 76986,30 kg/dia = 3207,76 kg/h

Emissão solo = 1405 t/ano = 1405000 kg/ano = 3849,32 kg/dia = 160,39 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.91e-10	8.07e-5	2.44e-10	
Bulk VZ	4.03e+10	58.2	1.45e+6	0.122	4.03e+10
Emission mol/h	0	1.15e+5	5726	0	1.20e+5
Emission kg/h	0	3208	160	0	3368
Fugacity Pa	2.98e-4	5.92e-3	3.29e-4	0.046	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.20e-7	1.72e-12	2.66e-8	1.13e-11	
Conc g/m <sup>3</sup>	3.37e-6	4.83e-11	7.44e-7	3.15e-10	
Conc ug/g	2.84e-3	4.83e-11	4.96e-7	2.46e-10	
Amount mol	1.20e+7	0.345	478	5.63e-3	1.20e+7
Amount kg	3.37e+5	9.65e-3	13.4	1.58e-4	3.37e+5
Amount %	100.0	2.87e-6	3.98e-3	4.68e-8	
Adv flow m <sup>2</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	0.112	1398	2.60e-5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	0.058	0	2.44e-6	
Rct rate mol/h	83.3	6.63e-4	0.460	1.20e-6	83.7
Rct rate kg/h	2.333	1.86e-5	0.013	3.37e-8	0
Adv rate mol/h	1.20e+5	3.45e-4	0	1.13e-7	1.20e+5
Adv rate kg/h	3366	9.65e-6	0	3.15e-9	3366
Reaction %	0.069	5.52e-7	3.83e-4	1.00e-9	
Advection %	99.9	2.87e-7	0	9.36e-11	

**Figura 26b.** Azoto - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 56,6 t/ano = 56600 kg/ano = 155,07 kg/dia = 6,46 kg/h

Emissão solo = 2,83 t/ano = 2830 kg/ano = 7,75 kg/dia = 0,323 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.91e-10	8.07e-5	2.44e-10	
Bulk VZ	4.03e+10	58.2	1.45e+6	0.122	4.03e+10
Emission mol/h	0	231	11.5	0	242
Emission kg/h	0	6.460	0.323	0	6.783
Fugacity Pa	6.00e-7	1.19e-5	6.63e-7	9.31e-5	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.42e-10	3.47e-15	5.35e-11	2.27e-14	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.78e-9	9.72e-14	1.50e-9	6.35e-13	
Conc ug/g	5.72e-6	9.72e-14	9.99e-10	4.96e-13	
Amount mol	24199	6.94e-4	0.963	1.13e-5	24200
Amount kg	678	1.94e-5	0.027	3.18e-7	678
Amount %	100.0	2.87e-6	3.98e-3	4.68e-8	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	0.112	1398	2.60e-5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	0.058	0	2.44e-6	
Rct rate mol/h	0.168	1.34e-6	9.27e-4	2.42e-9	0.169
Rct rate kg/h	4.70e-3	3.74e-8	2.60e-5	6.79e-11	0
Adv rate mol/h	242	6.94e-7	0	2.27e-10	242
Adv rate kg/h	6.778	1.94e-8	0	6.35e-12	6.778
Reaction %	0.069	5.52e-7	3.83e-4	1.00e-9	
Advection %	99.9	2.87e-7	0	9.36e-11	

**Figura 27b.** Azoto - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 564,7 t/ano = 564700 kg/ano = 1547,12 kg/dia = 64,46 kg/h

Emissão solo = 28,235 t/ano = 28235 kg/ano = 77,36 kg/dia = 3,22 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.91e-10	8.07e-5	2.44e-10	
Bulk VZ	4.03e+10	58.2	1.45e+6	0.122	4.03e+10
Emission mol/h	0	2301	115	0	2416
Emission kg/h	0	64.5	3.220	0	67.7
Fugacity Pa	5.99e-6	1.19e-4	6.62e-6	9.29e-4	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.41e-9	3.46e-14	5.34e-10	2.26e-13	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.76e-8	9.70e-13	1.50e-8	6.34e-12	
Conc ug/g	5.71e-5	9.70e-13	9.97e-9	4.95e-12	
Amount mol	2.41e+5	6.92e-3	9.612	1.13e-4	2.41e+5
Amount kg	6763	1.94e-4	0.269	3.17e-6	6764
Amount %	100.0	2.87e-6	3.98e-3	4.68e-8	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	0.112	1398	2.60e-5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	0.058	0	2.44e-6	
Rct rate mol/h	1.673	1.33e-5	9.25e-3	2.42e-8	1.683
Rct rate kg/h	0.047	3.73e-7	2.59e-4	6.78e-10	0
Adv rate mol/h	2415	6.92e-6	0	2.26e-9	2415
Adv rate kg/h	67.6	1.94e-7	0	6.34e-11	67.6
Reaction %	0.069	5.52e-7	3.83e-4	1.00e-9	
Advection %	99.9	2.87e-7	0	9.36e-11	

**Figura 28b.** Azoto - Distrito de Setúbal, concelho de Barreiro.

**Distrito de Faro – Concelho de Portimão – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 450 t/ano = 450 000 kg/ano = 1232,9 kg/dia = 51,37 kg/h

Emissão solo = 22,5 t/ano = 22500 kg/ano = 61,64 kg/dia = 2,57 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.91e-10	8.07e-5	2.44e-10	
Bulk VZ	4.03e+10	58.2	1.45e+6	0.122	4.03e+10
Emission mol/h	0	1834	91.8	0	1926
Emission kg/h	0	51.4	2.570	0	53.9
Fugacity Pa	4.77e-6	9.48e-5	5.28e-6	7.40e-4	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.92e-9	2.76e-14	4.26e-10	1.80e-13	
Conc g/m <sup>3</sup>	5.39e-8	7.73e-13	1.19e-8	5.05e-12	
Conc ug/g	4.55e-5	7.73e-13	7.95e-9	3.95e-12	
Amount mol	1.92e+5	5.52e-3	7.662	9.01e-5	1.92e+5
Amount kg	5390	1.55e-4	0.215	2.52e-6	5390
Amount %	100.0	2.87e-6	3.98e-3	4.68e-8	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	0.112	1398	2.60e-5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	0.058	0	2.44e-6	
Rct rate mol/h	1.334	1.06e-5	7.37e-3	1.93e-8	1.341
Rct rate kg/h	0.037	2.98e-7	2.07e-4	5.40e-10	0
Adv rate mol/h	1924	5.52e-6	0	1.80e-9	1924
Adv rate kg/h	53.9	1.55e-7	0	5.05e-11	53.9
Reaction %	0.069	5.52e-7	3.83e-4	1.00e-9	
Advection %	99.9	2.87e-7	0	9.36e-11	

**Figura 29b.** Azoto - Distrito de Faro, concelho de Portimão.

**Distrito de Faro – Concelho de Lagos – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 148 t/ano = 148 000 kg/ano = 405,48 kg/dia = 16,89 kg/h

Emissão solo = 7,4 t/ano = 7400 kg/ano = 20,27 kg/dia = 0,845 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.91e-10	8.07e-5	2.44e-10	
Bulk VZ	4.03e+10	58.2	1.45e+6	0.122	4.03e+10
Emission mol/h	0	603	30.2	0	633
Emission kg/h	0	16.9	0.845	0	17.7
Fugacity Pa	1.57e-6	3.12e-5	1.73e-6	2.43e-4	
Conc mol/m <sup>3</sup>	6.33e-10	9.07e-15	1.40e-10	5.93e-14	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.77e-8	2.54e-13	3.92e-9	1.66e-12	
Conc ug/g	1.50e-5	2.54e-13	2.61e-9	1.30e-12	
Amount mol	63273	1.81e-3	2.519	2.96e-5	63275
Amount kg	1772	5.08e-5	0.071	8.30e-7	1772
Amount %	100.0	2.87e-6	3.98e-3	4.68e-8	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	0.112	1398	2.60e-5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	0.058	0	2.44e-6	
Rct rate mol/h	0.438	3.49e-6	2.42e-3	6.34e-9	0.441
Rct rate kg/h	0.012	9.78e-8	6.79e-5	1.78e-10	0
Adv rate mol/h	633	1.81e-6	0	5.93e-10	633
Adv rate kg/h	17.7	5.08e-8	0	1.66e-11	17.7
Reaction %	0.069	5.52e-7	3.83e-4	1.00e-9	
Advection %	99.9	2.87e-7	0	9.36e-11	

**Figura 30b.** Azoto - Distrito de Faro, concelho de Lagos.

**Distrito de Faro – Concelho de Albufeira – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 55,1 t/ano = 55100 kg/ano = 150,96 kg/dia = 6,29 kg/h

Emissão solo = 2,755 t/ano = 2755 kg/ano = 7,55 kg/dia = 0,314 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.91e-10	8.07e-5	2.44e-10	
Bulk VZ	4.03e+10	58.2	1.45e+6	0.122	4.03e+10
Emission mol/h	0	225	11.2	0	236
Emission kg/h	0	6.290	0.314	0	6.604
Fugacity Pa	5.84e-7	1.16e-5	6.46e-7	9.06e-5	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.36e-10	3.38e-15	5.21e-11	2.21e-14	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.60e-9	9.46e-14	1.46e-9	6.18e-13	
Conc ug/g	5.57e-6	9.46e-14	9.73e-10	4.83e-13	
Amount mol	23561	6.76e-4	0.938	1.10e-5	23562
Amount kg	660	1.89e-5	0.026	3.09e-7	660
Amount %	100.0	2.87e-6	3.98e-3	4.68e-8	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	0.112	1398	2.60e-5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	0.058	0	2.44e-6	
Rct rate mol/h	0.163	1.30e-6	9.03e-4	2.36e-9	0.164
Rct rate kg/h	4.57e-3	3.64e-8	2.53e-5	6.61e-11	0
Adv rate mol/h	236	6.76e-7	0	2.21e-10	236
Adv rate kg/h	6.599	1.89e-8	0	6.18e-12	6.599
Reaction %	0.069	5.52e-7	3.83e-4	1.00e-9	
Advection %	99.9	2.87e-7	0	9.36e-11	

**Figura 31b.** Azoto - Distrito de Faro, concelho de Albufeira.

## Benzeno

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar.**

Emissão ar = 11,14 t/ano = 11140 kg/ano = 30,5105 kg/dia = 1,271689 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.80e-3	3.00e-3	3.35e-3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.59e+8	5.41e+7	1.67e+6	4.08e+10
Emission mol/h	16.3	0	0	0	16.3
Emission kg/h	1.272	0	0	0	1.272
Fugacity Pa	7.95e-9	7.95e-9	4.43e-10	6.22e-8	
Conc mol/m <sup>3</sup>	3.21e-12	1.43e-11	1.33e-12	2.08e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.50e-10	1.11e-9	1.04e-10	1.62e-8	
Conc ug/g	2.11e-7	1.11e-9	6.92e-11	1.27e-8	
Amount mol	321	2.859	0.024	0.104	324
Amount kg	25.0	0.223	1.87e-3	8.11e-3	25.3
Amount %	99.1	0.883	7.40e-3	0.032	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.64e+9	1.47e+6	68151	682	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.59e+5	0	33.5	
Rct rate mol/h	13.1	0.012	3.02e-5	4.24e-5	13.1
Rct rate kg/h	1.020	9.09e-4	2.35e-6	3.31e-6	0
Adv rate mol/h	3.209	2.86e-3	0	2.08e-6	3.212
Adv rate kg/h	0.250	2.23e-4	0	1.62e-7	0.251
Reaction %	80.2	0.071	1.85e-4	2.60e-4	
Advection %	19.7	0.018	0	1.28e-5	

**Figura 32b.** Benzeno - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

## Cádmio

**Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 804 kg/ano = 2,203 kg/dia = 0,0918 kg/h

Emissão água = 5,23 kg/ano = 0,0143 kg/dia = 5,97 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Emissão solo = 0,2615 kg/ano = 7,16 x 10<sup>-4</sup> kg/dia = 2,985 x 10<sup>-5</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	47661	9.12e+17	2.81e+17	7.36e+17	
Bulk VZ	4.77e+18	1.82e+29	5.06e+27	3.68e+26	1.88e+29
Emission mol/h	0.817	5.31e-3	2.66e-4	0	0.822
Emission kg/h	0.092	5.97e-4	2.99e-5	0	0.092
Fugacity Pa	3.58e-27	1.54e-27	3.63e-32	1.20e-26	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.70e-22	1.40e-9	1.02e-14	8.82e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.92e-20	1.58e-7	1.15e-12	9.91e-7	
Conc ug/g	1.62e-17	1.58e-7	7.64e-13	7.74e-7	
Amount mol	1.70e-8	281	1.84e-4	4.408	285
Amount kg	1.92e-9	31.6	2.06e-5	0.496	32.1
Amount %	5.98e-9	98.5	6.44e-5	1.546	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.30e+13	3.51e+26	4.87e+24	7.87e+22	
D adv mol/Pa.h	4.77e+16	1.82e+26	0	7.36e+21	
Rct rate mol/h	1.18e-13	0.540	1.77e-7	9.43e-4	0.541
Rct rate kg/h	1.33e-14	0.061	1.99e-8	1.06e-4	0
Adv rate mol/h	1.70e-10	0.281	0	8.82e-5	0.281
Adv rate kg/h	1.92e-11	0.032	0	9.91e-6	0.032
Reaction %	1.44e-11	65.7	2.15e-5	0.115	
Advection %	2.07e-8	34.1	0	0.011	

**Figura 33b.** Cádmio - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 225 kg/ano = 0,616 kg/dia = 0,0257 kg/h

Emissão água = 52,8 kg/ano = 0,145 kg/dia = 0,00603 kg/h

Emissão solo = 2,64 kg/ano = 0,00723 kg/dia =  $3,01 \times 10^{-4}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	47661	9.12e+17	2.81e+17	7.36e+17	
Bulk VZ	4.77e+18	1.82e+29	5.06e+27	3.68e+26	1.88e+29
Emission mol/h	0.229	0.054	2.68e-3	0	0.285
Emission kg/h	0.026	6.03e-3	3.01e-4	0	0.032
Fugacity Pa	1.00e-27	5.34e-28	1.03e-32	4.15e-27	
Conc mol/m <sup>3</sup>	4.77e-23	4.86e-10	2.89e-15	3.06e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	5.37e-21	5.47e-8	3.25e-13	3.43e-7	
Conc ug/g	4.53e-18	5.47e-8	2.17e-13	2.68e-7	
Amount mol	4.77e-9	97.3	5.20e-5	1.528	98.8
Amount kg	5.37e-10	10.9	5.85e-6	0.172	11.1
Amount %	4.83e-9	98.5	5.27e-5	1.546	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.30e+13	3.51e+26	4.87e+24	7.87e+22	
D adv mol/Pa.h	4.77e+16	1.82e+26	0	7.36e+21	
Rct rate mol/h	3.31e-14	0.187	5.01e-8	3.27e-4	0.188
Rct rate kg/h	3.72e-15	0.021	5.63e-9	3.67e-5	0
Adv rate mol/h	4.77e-11	0.097	0	3.06e-5	0.097
Adv rate kg/h	5.37e-12	0.011	0	3.43e-6	0.011
Reaction %	1.16e-11	65.7	1.76e-5	0.115	
Advection %	1.68e-8	34.1	0	0.011	

**Figura 34b.** Cádmio - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 50 kg/ano = 0,137 kg/dia = 0,00571 kg/h

Emissão água = 60,6 kg/ano = 0,166 kg/dia = 0,00692 kg/h

Emissão solo = 3,03 kg/ano = 0,00830 kg/dia =  $3,46 \times 10^{-4}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	47661	9.12e+17	2.81e+17	7.36e+17	
Bulk VZ	4.77e+18	1.82e+29	5.06e+27	3.68e+26	1.88e+29
Emission mol/h	0.051	0.062	3.08e-3	0	0.115
Emission kg/h	5.71e-3	6.92e-3	3.46e-4	0	0.013
Fugacity Pa	2.23e-28	2.16e-28	2.41e-33	1.68e-27	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.06e-23	1.97e-10	6.77e-16	1.24e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.19e-21	2.22e-8	7.61e-14	1.39e-7	
Conc ug/g	1.01e-18	2.22e-8	5.07e-14	1.09e-7	
Amount mol	1.06e-9	39.4	1.22e-5	0.619	40.0
Amount kg	1.19e-10	4.431	1.37e-6	0.070	4.500
Amount %	2.65e-9	98.5	3.04e-5	1.546	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.30e+13	3.51e+26	4.87e+24	7.87e+22	
D adv mol/Pa.h	4.77e+16	1.82e+26	0	7.36e+21	
Rct rate mol/h	7.35e-15	0.076	1.17e-8	1.32e-4	0.076
Rct rate kg/h	8.26e-16	8.53e-3	1.32e-9	1.49e-5	0
Adv rate mol/h	1.06e-11	0.039	0	1.24e-5	0.039
Adv rate kg/h	1.19e-12	4.43e-3	0	1.39e-6	4.43e-3
Reaction %	6.37e-12	65.7	1.02e-5	0.115	
Advection %	9.19e-9	34.1	0	0.011	

**Figura 35b.** Cádmio - Distrito de Setúbal, concelho de Barreiro.

## Distrito de Setúbal – Concelho do Seixal – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 137 kg/ano = 0,375 kg/dia = 0,0156 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	47661	9.12e+17	2.81e+17	7.36e+17	
Bulk VZ	4.77e+18	1.82e+29	5.06e+27	3.68e+26	1.88e+29
Emission mol/h	0.139	0	0	0	0.139
Emission kg/h	0.016	0	0	0	0.016
Fugacity Pa	6.08e-28	2.60e-28	6.16e-33	2.02e-27	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.90e-23	2.37e-10	1.73e-15	1.49e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	3.26e-21	2.66e-8	1.95e-13	1.67e-7	
Conc ug/g	2.75e-18	2.66e-8	1.30e-13	1.31e-7	
Amount mol	2.90e-9	47.4	3.12e-5	0.744	48.1
Amount kg	3.26e-10	5.327	3.51e-6	0.084	5.410
Amount %	6.02e-9	98.5	6.48e-5	1.546	
Adv flow m <sup>2</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.30e+13	3.51e+26	4.87e+24	7.87e+22	
D adv mol/Pa.h	4.77e+16	1.82e+26	0	7.36e+21	
Rct rate mol/h	2.01e-14	0.091	3.00e-8	1.59e-4	0.091
Rct rate kg/h	2.26e-15	0.010	3.37e-9	1.79e-5	0
Adv rate mol/h	2.90e-11	0.047	0	1.49e-5	0.047
Adv rate kg/h	3.26e-12	5.33e-3	0	1.67e-6	5.33e-3
Reaction %	1.45e-11	65.7	2.16e-5	0.115	
Advection %	2.09e-8	34.1	0	0.011	

**Figura 36b.** Cádmio - Distrito de Setúbal, concelho do Seixal.

## Chumbo

**Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 1,23 t/ano = 1230 kg/ano = 3,37 kg/dia = 0,140 kg/h

Emissão água = 31,3 kg/ano = 0,0858 kg/dia = 0,00357 kg/h

Emissão solo = 1,565 kg/ano = 0,00429 kg/dia =  $1,79 \times 10^{-4}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	5.48e-3	1.83e+11	6.45e+10	1.54e+11	
Bulk VZ	5.48e+11	3.66e+22	1.16e+21	7.70e+19	3.78e+22
Emission mol/h	0.676	0.017	8.64e-4	0	0.694
Emission kg/h	0.140	3.57e-3	1.79e-4	0	0.144
Fugacity Pa	1.57e-20	1.07e-20	1.50e-25	8.36e-20	
Conc mol/m <sup>3</sup>	8.59e-23	1.96e-9	9.66e-15	1.29e-8	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.78e-20	4.06e-7	2.00e-12	2.67e-6	
Conc ug/g	1.50e-17	4.06e-7	1.33e-12	2.08e-6	
Amount mol	8.59e-9	392	1.74e-4	6.440	398
Amount kg	1.78e-9	81.1	3.60e-5	1.334	82.5
Amount %	2.16e-9	98.4	4.37e-5	1.618	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.80e+6	2.82e+19	4.47e+17	6.59e+15	
D adv mol/Pa.h	5.48e+9	3.66e+19	0	1.54e+15	
Rct rate mol/h	5.96e-14	0.302	6.70e-8	5.51e-4	0.302
Rct rate kg/h	1.23e-14	0.062	1.39e-8	1.14e-4	0
Adv rate mol/h	8.59e-11	0.392	0	1.29e-4	0.392
Adv rate kg/h	1.78e-11	0.081	0	2.67e-5	0.081
Reaction %	8.58e-12	43.5	9.65e-6	0.079	
Advection %	1.24e-8	56.4	0	0.019	

**Figura 37b.** Chumbo - Distrito de Setúbal, concelho do Sines.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Seixal – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 825 kg/ano = 2,26 kg/dia = 0,0942 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	5.48e-3	1.83e+11	6.45e+10	1.54e+11	
Bulk VZ	5.48e+11	3.66e+22	1.16e+21	7.70e+19	3.78e+22
Emission mol/h	0.455	0	0	0	0.455
Emission kg/h	0.094	0	0	0	0.094
Fugacity Pa	1.05e-20	7.01e-21	1.01e-25	5.48e-20	
Conc mol/m <sup>3</sup>	5.78e-23	1.28e-9	6.49e-15	8.44e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.20e-20	2.66e-7	1.35e-12	1.75e-6	
Conc ug/g	1.01e-17	2.66e-7	8.97e-13	1.37e-6	
Amount mol	5.78e-9	257	1.17e-4	4.220	261
Amount kg	1.20e-9	53.2	2.42e-5	0.874	54.0
Amount %	2.22e-9	98.4	4.48e-5	1.618	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.80e+6	2.82e+19	4.47e+17	6.59e+15	
D adv mol/Pa.h	5.48e+9	3.66e+19	0	1.54e+15	
Rct rate mol/h	4.01e-14	0.198	4.50e-8	3.61e-4	0.198
Rct rate kg/h	8.30e-15	0.041	9.32e-9	7.48e-5	0
Adv rate mol/h	5.78e-11	0.257	0	8.44e-5	0.257
Adv rate kg/h	1.20e-11	0.053	0	1.75e-5	0.053
Reaction %	8.81e-12	43.5	9.90e-6	0.079	
Advection %	1.27e-8	56.4	0	0.019	

Figura 38b. Chumbo - Distrito de Setúbal, concelho do Seixal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 164 kg/ano = 0,449 kg/dia = 0,0187 kg/h

Emissão solo = 8,2 kg/ano = 0,224 kg/dia =  $9,36 \times 10^{-4}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	5.48e-3	1.83e+11	6.45e+10	1.54e+11	
Bulk VZ	5.48e+11	3.66e+22	1.16e+21	7.70e+19	3.78e+22
Emission mol/h	0	0.090	4.52e-3	0	0.095
Emission kg/h	0	0.019	9.36e-4	0	0.020
Fugacity Pa	8.21e-25	1.46e-21	1.12e-27	1.14e-20	
Conc mol/m <sup>3</sup>	4.50e-27	2.67e-10	7.22e-17	1.76e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	9.32e-25	5.54e-8	1.50e-14	3.65e-7	
Conc ug/g	7.86e-22	5.54e-8	9.97e-15	2.85e-7	
Amount mol	4.50e-13	53.5	1.30e-6	0.880	54.4
Amount kg	9.32e-14	11.1	2.69e-7	0.182	11.3
Amount %	8.28e-13	98.4	2.39e-6	1.618	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.80e+6	2.82e+19	4.47e+17	6.59e+15	
D adv mol/Pa.h	5.48e+9	3.66e+19	0	1.54e+15	
Rct rate mol/h	3.12e-18	0.041	5.00e-10	7.53e-5	0.041
Rct rate kg/h	6.46e-19	8.53e-3	1.04e-10	1.56e-5	0
Adv rate mol/h	4.50e-15	0.053	0	1.76e-5	0.054
Adv rate kg/h	9.32e-16	0.011	0	3.65e-6	0.011
Reaction %	3.29e-15	43.5	5.28e-7	0.079	
Advection %	4.75e-12	56.4	0	0.019	

**Figura 39b.** Chumbo - Distrito de Setúbal, concelho do Setúbal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 199 kg/ano = 0,545 kg/dia = 0,0227 kg/h

Emissão solo = 9,95 kg/ano = 0,0273 kg/dia = 0,00114 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	5.48e-3	1.83e+11	6.45e+10	1.54e+11	
Bulk VZ	5.48e+11	3.66e+22	1.16e+21	7.70e+19	3.78e+22
Emission mol/h	0	0.110	5.50e-3	0	0.115
Emission kg/h	0	0.023	1.14e-3	0	0.024
Fugacity Pa	9.96e-25	1.78e-21	1.36e-27	1.39e-20	
Conc mol/m <sup>3</sup>	5.46e-27	3.25e-10	8.79e-17	2.14e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.13e-24	6.73e-8	1.82e-14	4.43e-7	
Conc ug/g	9.55e-22	6.73e-8	1.21e-14	3.46e-7	
Amount mol	5.46e-13	64.9	1.58e-6	1.068	66.0
Amount kg	1.13e-13	13.5	3.28e-7	0.221	13.7
Amount %	8.28e-13	98.4	2.40e-6	1.618	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.80e+6	2.82e+19	4.47e+17	6.59e+15	
D adv mol/Pa.h	5.48e+9	3.66e+19	0	1.54e+15	
Rct rate mol/h	3.79e-18	0.050	6.09e-10	9.14e-5	0.050
Rct rate kg/h	7.84e-19	0.010	1.26e-10	1.89e-5	0
Adv rate mol/h	5.46e-15	0.065	0	2.14e-5	0.065
Adv rate kg/h	1.13e-15	0.013	0	4.43e-6	0.013
Reaction %	3.29e-15	43.5	5.30e-7	0.079	
Advection %	4.75e-12	56.4	0	0.019	

**Figura 40b.** Chumbo - Distrito de Setúbal, concelho do Barreiro.

## Cloretos

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 11200 t/ano = 11200 000 kg/ano = 30684,93 kg/dia = 1278,5 kg/h

Emissão solo = 560 t/ano = 560 000 kg/ano = 1534,25 kg/dia = 63,93 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	8.27e-4	2.16e+8	7.20e+7	1.78e+8	
Bulk VZ	8.27e+10	4.31e+19	1.30e+18	8.91e+16	4.45e+19
Emission mol/h	0	36065	1803	0	37868
Emission kg/h	0	1279	63.9	0	1342
Fugacity Pa	2.23e-14	3.00e-13	1.64e-18	2.34e-12	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.84e-17	6.46e-5	1.18e-10	4.18e-4	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.54e-16	2.29e-3	4.18e-9	0.015	
Conc ug/g	5.52e-13	2.29e-3	2.79e-9	0.012	
Amount mol	1.84e-3	1.29e+7	2.124	2.09e+5	1.31e+7
Amount kg	6.54e-5	4.58e+5	0.075	7401	4.66e+5
Amount %	1.40e-8	98.4	1.62e-5	1.589	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	5.73e+5	8.30e+16	1.25e+15	1.91e+13	
D adv mol/Pa.h	8.27e+8	4.31e+16	0	1.78e+12	
Rct rate mol/h	1.28e-8	24890	2.04e-3	44.7	24934
Rct rate kg/h	4.53e-10	882	7.25e-5	1.583	0
Adv rate mol/h	1.84e-5	12930	0	4.176	12934
Adv rate kg/h	6.54e-7	458	0	0.148	459
Reaction %	3.38e-11	65.7	5.40e-6	0.118	
Advection %	4.87e-8	34.1	0	0.011	

**Figura 41b.** Cloretos - Distrito de Setúbal, concelho do Setúbal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 11800 t/ano = 11800 000 kg/ano = 32328,77 kg/dia = 1347,03 kg/h

Emissão solo = 590 t/ano = 590 000 kg/ano = 1616,44 kg/dia = 67,35 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	8.27e-4	2.16e+8	7.20e+7	1.78e+8	
Bulk VZ	8.27e+10	4.31e+19	1.30e+18	8.91e+16	4.45e+19
Emission mol/h	0	37998	1900	0	39898
Emission kg/h	0	1347	67.3	0	1414
Fugacity Pa	2.35e-14	3.16e-13	1.73e-18	2.47e-12	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.94e-17	6.81e-5	1.24e-10	4.40e-4	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.89e-16	2.41e-3	4.41e-9	0.016	
Conc ug/g	5.81e-13	2.41e-3	2.94e-9	0.012	
Amount mol	1.94e-3	1.36e+7	2.238	2.20e+5	1.38e+7
Amount kg	6.89e-5	4.83e+5	0.079	7798	4.91e+5
Amount %	1.40e-8	98.4	1.62e-5	1.589	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	5.73e+5	8.30e+16	1.25e+15	1.91e+13	
D adv mol/Pa.h	8.27e+8	4.31e+16	0	1.78e+12	
Rct rate mol/h	1.35e-8	26224	2.15e-3	47.0	26271
Rct rate kg/h	4.77e-10	930	7.64e-5	1.668	0
Adv rate mol/h	1.94e-5	13623	0	4.399	13627
Adv rate kg/h	6.89e-7	483	0	0.156	483
Reaction %	3.38e-11	65.7	5.40e-6	0.118	
Advection %	4.87e-8	34.1	0	0.011	

**Figura 42b.** Cloretos - Distrito de Setúbal, concelho do Barreiro.

**Distrito de Faro – Concelho de Portimão – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 16800 t/ano = 16800 000 kg/ano = 46027,4 kg/dia = 1917,8 kg/h

Emissão solo = 840 t/ano = 840 000 kg/ano = 2301,37 kg/dia = 95,89 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	8.27e-4	2.16e+8	7.20e+7	1.78e+8	
Bulk VZ	8.27e+10	4.31e+19	1.30e+18	8.91e+16	4.45e+19
Emission mol/h	0	54099	2705	0	56804
Emission kg/h	0	1918	95.9	0	2014
Fugacity Pa	3.34e-14	4.50e-13	2.46e-18	3.51e-12	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.77e-17	9.70e-5	1.77e-10	6.26e-4	
Conc g/m <sup>3</sup>	9.81e-16	3.44e-3	6.28e-9	0.022	
Conc ug/g	8.27e-13	3.44e-3	4.18e-9	0.017	
Amount mol	2.77e-3	1.94e+7	3.187	3.13e+5	1.97e+7
Amount kg	9.81e-5	6.88e+5	0.113	11102	6.99e+5
Amount %	1.40e-8	98.4	1.62e-5	1.589	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	5.73e+5	8.30e+16	1.25e+15	1.91e+13	
D adv mol/Pa.h	8.27e+8	4.31e+16	0	1.78e+12	
Rct rate mol/h	1.92e-8	37335	3.07e-3	67.0	37402
Rct rate kg/h	6.80e-10	1324	1.09e-4	2.375	0
Adv rate mol/h	2.77e-5	19395	0	6.264	19401
Adv rate kg/h	9.81e-7	688	0	0.222	688
Reaction %	3.38e-11	65.7	5.40e-6	0.118	
Advection %	4.87e-8	34.1	0	0.011	

**Figura 43b.** Cloretos - Distrito de Faro, concelho do Portimão.

**Distrito de Faro – Concelho de Lagos – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 9610 t/ano = 9610 000 kg/ano = 26328,8 kg/dia = 1097,03 kg/h

Emissão solo = 480,5 t/ano = 480 500 kg/ano = 1316,44 kg/dia = 54,85 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	8.27e-4	2.16e+8	7.20e+7	1.78e+8	
Bulk VZ	8.27e+10	4.31e+19	1.30e+18	8.91e+16	4.45e+19
Emission mol/h	0	30946	1547	0	32493
Emission kg/h	0	1097	54.9	0	1152
Fugacity Pa	1.91e-14	2.57e-13	1.41e-18	2.01e-12	
Conc mol/m³	1.58e-17	5.55e-5	1.01e-10	3.58e-4	
Conc g/m³	5.61e-16	1.97e-3	3.59e-9	0.013	
Conc ug/g	4.73e-13	1.97e-3	2.39e-9	9.92e-3	
Amount mol	1.58e-3	1.11e+7	1.823	1.79e+5	1.13e+7
Amount kg	5.61e-5	3.93e+5	0.065	6351	4.00e+5
Amount %	1.40e-8	98.4	1.62e-5	1.589	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	5.73e+5	8.30e+16	1.25e+15	1.91e+13	
D adv mol/Pa.h	8.27e+8	4.31e+16	0	1.78e+12	
Rct rate mol/h	1.10e-8	21357	1.75e-3	38.3	21395
Rct rate kg/h	3.89e-10	757	6.22e-5	1.358	0
Adv rate mol/h	1.58e-5	11094	0	3.583	11098
Adv rate kg/h	5.61e-7	393	0	0.127	393
Reaction %	3.38e-11	65.7	5.40e-6	0.118	
Advection %	4.87e-8	34.1	0	0.011	

**Figura 44b.** Cloretos - Distrito de Faro, concelho do Lagos.

## Cobre

**Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 613 kg/ano = 1,679 kg/dia = 0,07 kg/h

Emissão água = 162 kg/ano = 0,444 kg/dia = 0,0185 kg/h

Emissão solo = 8,1 kg/ano = 0,0222 kg/dia = 9,25 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	1.66e+32	6.62e+53	2.00e+53	5.31e+53	
Bulk VZ	1.66e+46	1.32e+65	3.61e+63	2.66e+62	1.36e+65
Emission mol/h	1.101	0.291	0.015	0	1.407
Emission kg/h	0.070	0.019	9.25e-4	0	0.089
Fugacity Pa	7.59e-63	3.63e-63	6.83e-68	2.80e-62	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.26e-30	2.40e-9	1.37e-14	1.49e-8	
Conc g/m <sup>3</sup>	8.02e-29	1.53e-7	8.70e-13	9.46e-7	
Conc ug/g	6.77e-26	1.53e-7	5.80e-13	7.39e-7	
Amount mol	1.26e-16	480	2.47e-4	7.441	488
Amount kg	8.02e-18	30.5	1.57e-5	0.473	31.0
Amount %	2.59e-17	98.5	5.05e-5	1.525	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.15e+41	2.55e+62	3.47e+60	5.68e+58	
D adv mol/Pa.h	1.66e+44	1.32e+62	0	5.31e+57	
Rct rate mol/h	8.75e-22	0.925	2.37e-7	1.59e-3	0.927
Rct rate kg/h	5.56e-23	0.059	1.51e-8	1.01e-4	0
Adv rate mol/h	1.26e-18	0.480	0	1.49e-4	0.481
Adv rate kg/h	8.02e-20	0.031	0	9.46e-6	0.031
Reaction %	6.22e-20	65.7	1.69e-5	0.113	
Advection %	8.97e-17	34.1	0	0.011	

**Figura 45b.** Cobre - Distrito de Setúbal, concelho do Sines.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 234 kg/ano = 0,641kg/dia = 0,0267 kg/h

Emissão água = 148 kg/ano = 0,405 kg/dia = 0,0169 kg/h

Emissão solo = 7,4 kg/ano = 0,0203 kg/dia =  $8,45 \times 10^{-4}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	1.66e+32	6.62e+53	2.00e+53	5.31e+53	
Bulk VZ	1.66e+46	1.32e+65	3.61e+63	2.66e+62	1.36e+65
Emission mol/h	0.420	0.266	0.013	0	0.699
Emission kg/h	0.027	0.017	8.45e-4	0	0.044
Fugacity Pa	2.90e-63	1.80e-63	2.66e-68	1.39e-62	
Conc mol/m <sup>3</sup>	4.81e-31	1.19e-9	5.33e-15	7.40e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	3.06e-29	7.59e-8	3.39e-13	4.70e-7	
Conc ug/g	2.58e-26	7.59e-8	2.26e-13	3.67e-7	
Amount mol	4.81e-17	239	9.59e-5	3.698	243
Amount kg	3.06e-18	15.2	6.10e-6	0.235	15.4
Amount %	1.99e-17	98.5	3.96e-5	1.525	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.15e+41	2.55e+62	3.47e+60	5.68e+58	
D adv mol/Pa.h	1.66e+44	1.32e+62	0	5.31e+57	
Rct rate mol/h	3.34e-22	0.460	9.23e-8	7.91e-4	0.460
Rct rate kg/h	2.12e-23	0.029	5.87e-9	5.03e-5	0
Adv rate mol/h	4.81e-19	0.239	0	7.40e-5	0.239
Adv rate kg/h	3.06e-20	0.015	0	4.70e-6	0.015
Reaction %	4.77e-20	65.7	1.32e-5	0.113	
Advection %	6.88e-17	34.1	0	0.011	

**Figura 46b.** Cobre - Distrito de Setúbal, concelho do Setúbal.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Seixal – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 169 kg/ano = 0,463 kg/dia = 0,0193 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	1.66e+32	6.62e+53	2.00e+53	5.31e+53	
Bulk VZ	1.66e+46	1.32e+65	3.61e+63	2.66e+62	1.36e+65
Emission mol/h	0.304	0	0	0	0.304
Emission kg/h	0.019	0	0	0	0.019
Fugacity Pa	2.09e-63	7.83e-64	1.86e-68	6.04e-63	
Conc mol/m <sup>3</sup>	3.48e-31	5.18e-10	3.72e-15	3.21e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.21e-29	3.30e-8	2.36e-13	2.04e-7	
Conc ug/g	1.87e-26	3.30e-8	1.58e-13	1.59e-7	
Amount mol	3.48e-17	104	6.70e-5	1.606	105
Amount kg	2.21e-18	6.590	4.26e-6	0.102	6.692
Amount %	3.30e-17	98.5	6.36e-5	1.525	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.15e+41	2.55e+62	3.47e+60	5.68e+58	
D adv mol/Pa.h	1.66e+44	1.32e+62	0	5.31e+57	
Rct rate mol/h	2.41e-22	0.200	6.45e-8	3.43e-4	0.200
Rct rate kg/h	1.53e-23	0.013	4.10e-9	2.18e-5	0
Adv rate mol/h	3.48e-19	0.104	0	3.21e-5	0.104
Adv rate kg/h	2.21e-20	6.59e-3	0	2.04e-6	6.59e-3
Reaction %	7.94e-20	65.7	2.12e-5	0.113	
Advection %	1.15e-16	34.1	0	0.011	

Figura 47b. Cobre - Distrito de Setúbal, concelho do Seixal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Santiago do Cacém – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 69 kg/ano = 0,189 kg/dia = 0,00788 kg/h

Emissão solo = 3,45 kg/ano = 0,00945 kg/dia = 3,94 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	1.66e+32	6.62e+53	2.00e+53	5.31e+53	
Bulk VZ	1.66e+46	1.32e+65	3.61e+63	2.66e+62	1.36e+65
Emission mol/h	0	0.124	6.20e-3	0	0.130
Emission kg/h	0	7.88e-3	3.94e-4	0	8.27e-3
Fugacity Pa	5.60e-110	3.36e-64	4.21e-70	2.59e-63	
Conc mol/m <sup>3</sup>	9.31e-78	2.22e-10	8.44e-17	1.38e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	5.91e-76	1.41e-8	5.36e-15	8.75e-8	
Conc ug/g	4.99e-73	1.41e-8	3.58e-15	6.84e-8	
Amount mol	9.31e-64	44.5	1.52e-6	0.688	45.1
Amount kg	5.91e-65	2.825	9.66e-8	0.044	2.869
Amount %	2.06e-63	98.5	3.37e-6	1.525	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.15e+41	2.55e+62	3.47e+60	5.68e+58	
D adv mol/Pa.h	1.66e+44	1.32e+62	0	5.31e+57	
Rct rate mol/h	6.45e-69	0.086	1.46e-9	1.47e-4	0.086
Rct rate kg/h	4.10e-70	5.44e-3	9.29e-11	9.36e-6	0
Adv rate mol/h	9.31e-66	0.044	0	1.38e-5	0.044
Adv rate kg/h	5.91e-67	2.83e-3	0	8.75e-7	2.83e-3
Reaction %	4.95e-66	65.7	1.12e-6	0.113	
Advection %	7.15e-63	34.1	0	0.011	

**Figura 48b.** Cobre - Distrito de Setúbal, concelho do Santiago do Cacém.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Moita – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 55 kg/ano = 0,151 kg/dia = 0,00628 kg/h

Emissão solo = 2,75 kg/ano = 0,00753 kg/dia = 3,14 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	1.66e+32	6.62e+53	2.00e+53	5.31e+53	
Bulk VZ	1.66e+46	1.32e+65	3.61e+63	2.66e+62	1.36e+65
Emission mol/h	0	0.099	4.94e-3	0	0.104
Emission kg/h	0	6.28e-3	3.14e-4	0	6.59e-3
Fugacity Pa	4.46e-110	2.67e-64	3.36e-70	2.07e-63	
Conc mol/m <sup>3</sup>	7.42e-78	1.77e-10	6.73e-17	1.10e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	4.71e-76	1.13e-8	4.27e-15	6.97e-8	
Conc ug/g	3.98e-73	1.13e-8	2.85e-15	5.45e-8	
Amount mol	7.42e-64	35.4	1.21e-6	0.549	36.0
Amount kg	4.71e-65	2.252	7.69e-8	0.035	2.286
Amount %	2.06e-63	98.5	3.37e-6	1.525	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.15e+41	2.55e+62	3.47e+60	5.68e+58	
D adv mol/Pa.h	1.66e+44	1.32e+62	0	5.31e+57	
Rct rate mol/h	5.14e-69	0.068	1.17e-9	1.17e-4	0.068
Rct rate kg/h	3.27e-70	4.33e-3	7.41e-11	7.46e-6	0
Adv rate mol/h	7.42e-66	0.035	0	1.10e-5	0.035
Adv rate kg/h	4.71e-67	2.25e-3	0	6.97e-7	2.25e-3
Reaction %	4.95e-66	65.7	1.12e-6	0.113	
Advection %	7.15e-63	34.1	0	0.011	

**Figura 49b.** Cobre - Distrito de Setúbal, concelho do Moita.

**Distrito de Évora – Concelho de Montemor-o-Novo – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 67,4 kg/ano = 0,185 kg/dia = 0,00769 kg/h

Emissão solo = 3,37 kg/ano = 0,00923 kg/dia = 3,85 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	1.66e+32	6.62e+53	2.00e+53	5.31e+53	
Bulk VZ	1.66e+46	1.32e+65	3.61e+63	2.66e+62	1.36e+65
Emission mol/h	0	0.121	6.06e-3	0	0.127
Emission kg/h	0	7.69e-3	3.85e-4	0	8.08e-3
Fugacity Pa	5.46e-110	3.27e-64	4.11e-70	2.53e-63	
Conc mol/m <sup>3</sup>	9.08e-78	2.17e-10	8.25e-17	1.34e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	5.77e-76	1.38e-8	5.24e-15	8.54e-8	
Conc ug/g	4.87e-73	1.38e-8	3.49e-15	6.67e-8	
Amount mol	9.08e-64	43.4	1.48e-6	0.672	44.1
Amount kg	5.77e-65	2.757	9.43e-8	0.043	2.800
Amount %	2.06e-63	98.5	3.37e-6	1.525	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.15e+41	2.55e+62	3.47e+60	5.68e+58	
D adv mol/Pa.h	1.66e+44	1.32e+62	0	5.31e+57	
Rct rate mol/h	6.29e-69	0.084	1.43e-9	1.44e-4	0.084
Rct rate kg/h	4.00e-70	5.31e-3	9.08e-11	9.13e-6	0
Adv rate mol/h	9.08e-66	0.043	0	1.34e-5	0.043
Adv rate kg/h	5.77e-67	2.76e-3	0	8.54e-7	2.76e-3
Reaction %	4.95e-66	65.7	1.12e-6	0.113	
Advection %	7.15e-63	34.1	0	0.011	

**Figura 50b.** Cobre - Distrito de Évora, concelho do Montemor-o-Novo.

**Distrito de Évora – Concelho de Vendas Novas – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 90,3 kg/ano = 0,247 kg/dia = 0,0103 kg/h

Emissão solo = 4,515 kg/ano = 0,0124 kg/dia = 5,15 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	1.66e+32	6.62e+53	2.00e+53	5.31e+53	
Bulk VZ	1.66e+46	1.32e+65	3.61e+63	2.66e+62	1.36e+65
Emission mol/h	0	0.162	8.10e-3	0	0.170
Emission kg/h	0	0.010	5.15e-4	0	0.011
Fugacity Pa	7.32e-110	4.39e-64	5.50e-70	3.39e-63	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.22e-77	2.91e-10	1.10e-16	1.80e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	7.73e-76	1.85e-8	7.01e-15	1.14e-7	
Conc ug/g	6.52e-73	1.85e-8	4.67e-15	8.94e-8	
Amount mol	1.22e-63	58.1	1.99e-6	0.900	59.0
Amount kg	7.73e-65	3.693	1.26e-7	0.057	3.750
Amount %	2.06e-63	98.5	3.37e-6	1.525	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.15e+41	2.55e+62	3.47e+60	5.68e+58	
D adv mol/Pa.h	1.66e+44	1.32e+62	0	5.31e+57	
Rct rate mol/h	8.43e-69	0.112	1.91e-9	1.92e-4	0.112
Rct rate kg/h	5.36e-70	7.11e-3	1.21e-10	1.22e-5	0
Adv rate mol/h	1.22e-65	0.058	0	1.80e-5	0.058
Adv rate kg/h	7.73e-67	3.69e-3	0	1.14e-6	3.69e-3
Reaction %	4.95e-66	65.7	1.12e-6	0.113	
Advection %	7.15e-63	34.1	0	0.011	

**Figura 51b.** Cobre - Distrito de Évora, concelho do Vendas Novas.

## Crómio

### Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar, água e solo.

Emissão ar = 640 kg/ano = 1,753 kg/dia = 0,0731 kg/h

Emissão água = 52,2 kg/ano = 0,143 kg/dia = 0,00596 kg/h

Emissão solo = 2,61 kg/ano = 0,00715 kg/dia = 2,979 X 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	1.38e+24	1.67e+53	5.28e+52	1.36e+53	
Bulk VZ	1.38e+38	3.33e+64	9.50e+62	6.78e+61	3.44e+64
Emission mol/h	1.406	0.115	5.73e-3	0	1.526
Emission kg/h	0.073	5.96e-3	2.98e-4	0	0.079
Fugacity Pa	3.85e-62	1.56e-62	3.43e-67	1.22e-61	
Conc mol/m <sup>3</sup>	5.32e-38	2.61e-9	1.81e-14	1.65e-8	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.76e-36	1.35e-7	9.42e-13	8.60e-7	
Conc ug/g	2.33e-33	1.35e-7	6.28e-13	6.71e-7	
Amount mol	5.32e-24	521	3.26e-4	8.265	529
Amount kg	2.76e-25	27.1	1.69e-5	0.430	27.5
Amount %	1.00e-24	98.4	6.16e-5	1.561	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	9.57e+32	6.42e+61	9.15e+59	1.45e+58	
D adv mol/Pa.h	1.38e+36	3.33e+61	0	1.36e+57	
Rct rate mol/h	3.68e-29	1.003	3.14e-7	1.77e-3	1.005
Rct rate kg/h	1.92e-30	0.052	1.63e-8	9.19e-5	0
Adv rate mol/h	5.32e-26	0.521	0	1.65e-4	0.521
Adv rate kg/h	2.76e-27	0.027	0	8.60e-6	0.027
Reaction %	2.41e-27	65.7	2.06e-5	0.116	
Advection %	3.48e-24	34.1	0	0.011	

**Figura 52b.** Crómio - Distrito de Setúbal, concelho do Sines.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 303 kg/ano = 0,830 kg/dia = 0,0346 kg/h

Emissão água = 148 kg/ano = 0,405 kg/dia = 0,0169 kg/h

Emissão solo = 7,4 kg/ano = 0,0203 kg/dia =  $8,45 \times 10^{-4}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	1.38e+24	1.67e+53	5.28e+52	1.36e+53	
Bulk VZ	1.38e+38	3.33e+64	9.50e+62	6.78e+61	3.44e+64
Emission mol/h	0.665	0.325	0.016	0	1.007
Emission kg/h	0.035	0.017	8.45e-4	0	0.052
Fugacity Pa	1.82e-62	1.03e-62	1.66e-67	8.04e-62	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.52e-38	1.72e-9	8.76e-15	1.09e-8	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.31e-36	8.94e-8	4.56e-13	5.67e-7	
Conc ug/g	1.10e-33	8.94e-8	3.04e-13	4.43e-7	
Amount mol	2.52e-24	344	1.58e-4	5.451	349
Amount kg	1.31e-25	17.9	8.20e-6	0.283	18.2
Amount %	7.21e-25	98.4	4.52e-5	1.561	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	9.57e+32	6.42e+61	9.15e+59	1.45e+58	
D adv mol/Pa.h	1.38e+36	3.33e+61	0	1.36e+57	
Rct rate mol/h	1.74e-29	0.662	1.52e-7	1.17e-3	0.663
Rct rate kg/h	9.07e-31	0.034	7.89e-9	6.06e-5	0
Adv rate mol/h	2.52e-26	0.344	0	1.09e-4	0.344
Adv rate kg/h	1.31e-27	0.018	0	5.67e-6	0.018
Reaction %	1.73e-27	65.7	1.51e-5	0.116	
Advection %	2.50e-24	34.1	0	0.011	

**Figura 53b.** Crómio - Distrito de Setúbal, concelho do Setúbal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas ar.**

Emissão ar = 124 kg/ano = 0,340 kg/dia = 0,0142 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	1.38e+24	1.67e+53	5.28e+52	1.36e+53	
Bulk VZ	1.38e+38	3.33e+64	9.50e+62	6.78e+61	3.44e+64
Emission mol/h	0.273	0	0	0	0.273
Emission kg/h	0.014	0	0	0	0.014
Fugacity Pa	7.48e-63	2.80e-63	6.63e-68	2.18e-62	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.03e-38	4.66e-10	3.50e-15	2.96e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	5.37e-37	2.42e-8	1.82e-13	1.54e-7	
Conc ug/g	4.53e-34	2.42e-8	1.21e-13	1.20e-7	
Amount mol	1.03e-24	93.2	6.30e-5	1.479	94.7
Amount kg	5.37e-26	4.849	3.28e-6	0.077	4.925
Amount %	1.09e-24	98.4	6.65e-5	1.561	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	9.57e+32	6.42e+61	9.15e+59	1.45e+58	
D adv mol/Pa.h	1.38e+36	3.33e+61	0	1.36e+57	
Rct rate mol/h	7.16e-30	0.179	6.07e-8	3.16e-4	0.180
Rct rate kg/h	3.72e-31	9.33e-3	3.15e-9	1.64e-5	0
Adv rate mol/h	1.03e-26	0.093	0	2.96e-5	0.093
Adv rate kg/h	5.37e-28	4.85e-3	0	1.54e-6	4.85e-3
Reaction %	2.62e-27	65.7	2.22e-5	0.116	
Advection %	3.78e-24	34.1	0	0.011	

**Figura 54b.** Crómio - Distrito de Setúbal, concelho do Barreiro.

## Dióxido de Carbono

**Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar.**

Emissão ar = 8734000t/ano = 8734000000kg/ano= 23928767,12kg/dia = 997031,96kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	5.22e-6	8.26e-5	4.46e-6	
Bulk VZ	4.03e+10	1.04e+6	1.49e+6	2228	4.03e+10
Emission mol/h	2.27e+7	0	0	0	2.27e+7
Emission kg/h	9.97e+5	0	0	0	9.97e+5
Fugacity Pa	0.056	0.056	0.035	0.438	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.26e-5	2.93e-7	2.89e-6	1.95e-6	
Conc g/m <sup>3</sup>	9.96e-4	1.29e-5	1.27e-4	8.60e-5	
Conc ug/g	0.840	1.29e-5	8.48e-5	6.72e-5	
Amount mol	2.26e+9	58619	52018	977	2.26e+9
Amount kg	9.96e+7	2580	2289	43.0	9.96e+7
Amount %	100.0	2.59e-3	2.30e-3	4.31e-5	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	2010	1431	0.476	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	1044	0	0.045	
Rct rate mol/h	15689	113	50.1	0.209	15852
Rct rate kg/h	690	4.966	2.203	9.19e-3	0
Adv rate mol/h	2.26e+7	58.6	0	0.020	2.26e+7
Adv rate kg/h	9.96e+5	2.580	0	8.60e-4	9.96e+5
Reaction %	0.069	4.98e-4	2.21e-4	9.22e-7	
Advection %	99.9	2.59e-4	0	8.62e-8	

**Figura 55b.** Dióxido de Carbono - Distrito de Setúbal, concelho do Sines.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 1 985000t/ano = 1985000000kg/ano= 5438356,16kg/dia = 226598,17 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	5.22e-6	8.26e-5	4.46e-6	
Bulk VZ	4.03e+10	1.04e+6	1.49e+6	2228	4.03e+10
Emission mol/h	5.15e+6	0	0	0	5.15e+6
Emission kg/h	2.27e+5	0	0	0	2.27e+5
Fugacity Pa	0.013	0.013	7.95e-3	0.100	
Conc mol/m³	5.15e-6	6.66e-8	6.57e-7	4.44e-7	
Conc g/m³	2.26e-4	2.93e-6	2.89e-5	1.95e-5	
Conc ug/g	0.191	2.93e-6	1.93e-5	1.53e-5	
Amount mol	5.15e+8	13323	11822	222	5.15e+8
Amount kg	2.26e+7	586	520	9.769	2.26e+7
Amount %	100.0	2.59e-3	2.30e-3	4.31e-5	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	2010	1431	0.476	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	1044	0	0.045	
Rct rate mol/h	3566	25.6	11.4	0.047	3603
Rct rate kg/h	157	1.129	0.501	2.09e-3	0
Adv rate mol/h	5.15e+6	13.3	0	4.44e-3	5.15e+6
Adv rate kg/h	2.26e+5	0.586	0	1.95e-4	2.26e+5
Reaction %	0.069	4.98e-4	2.21e-4	9.22e-7	
Advection %	99.9	2.59e-4	0	8.62e-8	

Figura 56b. Dióxido de Carbono - Distrito de Setúbal, concelho do Setúbal.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 859000 t/ano = 859000000 kg/ano = 2353424,658 kg/dia = 98 059,36 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	5.22e-6	8.26e-5	4.46e-6	
Bulk VZ	4.03e+10	1.04e+6	1.49e+6	2228	4.03e+10
Emission mol/h	2.23e+6	0	0	0	2.23e+6
Emission kg/h	98059	0	0	0	98059
Fugacity Pa	5.52e-3	5.52e-3	3.44e-3	0.043	
Conc mol/m³	2.23e-6	2.88e-8	2.84e-7	1.92e-7	
Conc g/m³	9.80e-5	1.27e-6	1.25e-5	8.45e-6	
Conc ug/g	0.083	1.27e-6	8.34e-6	6.61e-6	
Amount mol	2.23e+8	5765	5116	96.1	2.23e+8
Amount kg	9.80e+6	254	225	4.227	9.80e+6
Amount %	100.0	2.59e-3	2.30e-3	4.31e-5	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	2010	1431	0.476	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	1044	0	0.045	
Rct rate mol/h	1543	11.1	4.924	0.021	1559
Rct rate kg/h	67.9	0.488	0.217	9.04e-4	0
Adv rate mol/h	2.23e+6	5.765	0	1.92e-3	2.23e+6
Adv rate kg/h	97990	0.254	0	8.45e-5	97991
Reaction %	0.069	4.98e-4	2.21e-4	9.22e-7	
Advection %	99.9	2.59e-4	0	8.62e-8	

Figura 57b. Dióxido de Carbono - Distrito de Setúbal, concelho do Barreiro.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Seixal – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 109000 t/ano = 109000000 kg/ano = 298630,137 kg/dia = 12442,92 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	5.22e-6	8.26e-5	4.46e-6	
Bulk VZ	4.03e+10	1.04e+6	1.49e+6	2228	4.03e+10
Emission mol/h	2.83e+5	0	0	0	2.83e+5
Emission kg/h	12443	0	0	0	12443
Fugacity Pa	7.00e-4	7.00e-4	4.37e-4	5.47e-3	
Conc mol/m³	2.83e-7	3.66e-9	3.61e-8	2.44e-8	
Conc g/m³	1.24e-5	1.61e-7	1.59e-6	1.07e-6	
Conc ug/g	0.010	1.61e-7	1.06e-6	8.38e-7	
Amount mol	2.83e+7	732	649	12.2	2.83e+7
Amount kg	1.24e+6	32.2	28.6	0.536	1.24e+6
Amount %	100.0	2.59e-3	2.30e-3	4.31e-5	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	2010	1431	0.476	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	1044	0	0.045	
Rct rate mol/h	196	1.408	0.625	2.61e-3	198
Rct rate kg/h	8.617	0.062	0.027	1.15e-4	0
Adv rate mol/h	2.83e+5	0.732	0	2.44e-4	2.83e+5
Adv rate kg/h	12434	0.032	0	1.07e-5	12434
Reaction %	0.069	4.98e-4	2.21e-4	9.22e-7	
Advection %	99.9	2.59e-4	0	8.62e-8	

Figura 58b. Dióxido de Carbono - Distrito de Setúbal, concelho do Seixal.

### Distrito de Faro – Concelho de Loulé – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 476000 t/ano = 476000000 kg/ano = 1 304 109,509 kg/dia = 54 337,9 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	5.22e-6	8.26e-5	4.46e-6	
Bulk VZ	4.03e+10	1.04e+6	1.49e+6	2228	4.03e+10
Emission mol/h	1.23e+6	0	0	0	1.23e+6
Emission kg/h	54338	0	0	0	54338
Fugacity Pa	3.06e-3	3.06e-3	1.91e-3	0.024	
Conc mol/m³	1.23e-6	1.60e-8	1.57e-7	1.06e-7	
Conc g/m³	5.43e-5	7.03e-7	6.93e-6	4.69e-6	
Conc ug/g	0.046	7.03e-7	4.62e-6	3.66e-6	
Amount mol	1.23e+8	3195	2835	53.2	1.23e+8
Amount kg	5.43e+6	141	125	2.343	5.43e+6
Amount %	100.0	2.59e-3	2.30e-3	4.31e-5	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	2010	1431	0.476	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	1044	0	0.045	
Rct rate mol/h	855	6.150	2.729	0.011	864
Rct rate kg/h	37.6	0.271	0.120	5.01e-4	0
Adv rate mol/h	1.23e+6	3.195	0	1.06e-3	1.23e+6
Adv rate kg/h	54300	0.141	0	4.69e-5	54300
Reaction %	0.069	4.98e-4	2.21e-4	9.22e-7	
Advection %	99.9	2.59e-4	0	8.62e-8	

Figura 59b. Dióxido de Carbono - Distrito de Faro, concelho de Loulé.

## Fenol

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 676 kg/ano = 1,852 kg/dia = 0,0772 kg/h

Emissão solo = 33.8 kg/ano = 0,0926 kg/dia = 0,00386 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	18.8	11.0	19.3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.77e+12	1.98e+11	9.67e+9	4.02e+12
Emission mol/h	0	0.820	0.041	0	0.861
Emission kg/h	0	0.077	3.86e-3	0	0.081
Fugacity Pa	6.02e-11	6.02e-11	5.66e-14	4.70e-10	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.43e-14	1.13e-9	6.23e-13	9.10e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.29e-12	1.07e-7	5.86e-11	8.57e-7	
Conc ug/g	1.93e-9	1.07e-7	3.91e-11	6.69e-7	
Amount mol	2.429	227	0.011	4.551	234
Amount kg	0.229	21.3	1.06e-3	0.428	22.0
Amount %	1.039	97.0	4.80e-3	1.946	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.86e+9	7.25e+9	1.91e+8	2.07e+6	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.77e+9	0	1.93e+5	
Rct rate mol/h	0.172	0.437	1.08e-5	9.73e-4	0.610
Rct rate kg/h	0.016	0.041	1.02e-6	9.16e-5	0
Adv rate mol/h	0.024	0.227	0	9.10e-5	0.251
Adv rate kg/h	2.29e-3	0.021	0	8.57e-6	0.024
Reaction %	20.0	50.7	1.25e-3	0.113	
Advection %	2.820	26.3	0	0.011	

**Figura 60b.** Fenol - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 61,6 kg/ano = 0,169 kg/dia = 0,00703 kg/h

Emissão solo = 3,08 kg/ano = 0,00844 kg/dia = 3.516 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	18.8	11.0	19.3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.77e+12	1.98e+11	9.67e+9	4.02e+12
Emission mol/h	0	0.075	3.74e-3	0	0.078
Emission kg/h	0	7.03e-3	3.52e-4	0	7.38e-3
Fugacity Pa	5.48e-12	5.48e-12	5.16e-15	4.28e-11	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.21e-15	1.03e-10	5.67e-14	8.29e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.08e-13	9.72e-9	5.34e-12	7.80e-8	
Conc ug/g	1.76e-10	9.72e-9	3.56e-12	6.09e-8	
Amount mol	0.221	20.7	1.02e-3	0.414	21.3
Amount kg	0.021	1.944	9.61e-5	0.039	2.004
Amount %	1.039	97.0	4.80e-3	1.946	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.86e+9	7.25e+9	1.91e+8	2.07e+6	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.77e+9	0	1.93e+5	
Pct rate mol/h	0.016	0.040	9.83e-7	8.86e-5	0.056
Pct rate kg/h	1.48e-3	3.74e-3	9.25e-8	8.34e-6	0
Adv rate mol/h	2.21e-3	0.021	0	8.29e-6	0.023
Adv rate kg/h	2.08e-4	1.94e-3	0	7.80e-7	2.15e-3
Reaction %	20.0	50.7	1.25e-3	0.113	
Advection %	2.820	26.3	0	0.011	

**Figura 61b.** Fenol - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Seixal – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 40,3 kg/ano = 0,110 kg/dia = 0,0046 kg/h

Emissão solo = 2,015 kg/ano = 0,00552 kg/dia = 2,3 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	18.8	11.0	19.3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.77e+12	1.98e+11	9.67e+9	4.02e+12
Emission mol/h	0	0.049	2.44e-3	0	0.051
Emission kg/h	0	4.60e-3	2.30e-4	0	4.83e-3
Fugacity Pa	3.59e-12	3.59e-12	3.38e-15	2.80e-11	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.45e-15	6.76e-11	3.71e-14	5.42e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.36e-13	6.36e-9	3.49e-12	5.10e-8	
Conc ug/g	1.15e-10	6.36e-9	2.33e-12	3.99e-8	
Amount mol	0.145	13.5	6.68e-4	0.271	13.9
Amount kg	0.014	1.272	6.29e-5	0.026	1.311
Amount %	1.039	97.0	4.80e-3	1.946	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.86e+9	7.25e+9	1.91e+8	2.07e+6	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.77e+9	0	1.93e+5	
Rct rate mol/h	0.010	0.026	6.43e-7	5.80e-5	0.036
Rct rate kg/h	9.67e-4	2.45e-3	6.05e-8	5.46e-6	0
Adv rate mol/h	1.45e-3	0.014	0	5.42e-6	0.015
Adv rate kg/h	1.36e-4	1.27e-3	0	5.10e-7	1.41e-3
Reaction %	20.0	50.7	1.25e-3	0.113	
Advection %	2.820	26.3	0	0.011	

**Figura 62b.** Fenol - Distrito de Setúbal, concelho de Seixal.

**Distrito de Beja – Concelho de Castro Verde – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 21 kg/ano = 0,0575 kg/dia = 0,00240 kg/h

Emissão solo = 1,05 kg/ano = 0,00288 kg/dia = 1,199 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	18.8	11.0	19.3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.77e+12	1.98e+11	9.67e+9	4.02e+12
Emission mol/h	0	0.026	1.27e-3	0	0.027
Emission kg/h	0	2.40e-3	1.20e-4	0	2.52e-3
Fugacity Pa	1.87e-12	1.87e-12	1.76e-15	1.46e-11	
Conc mol/m <sup>3</sup>	7.55e-16	3.53e-11	1.94e-14	2.83e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	7.11e-14	3.32e-9	1.82e-12	2.66e-8	
Conc ug/g	5.99e-11	3.32e-9	1.21e-12	2.08e-8	
Amount mol	0.075	7.052	3.49e-4	0.141	7.269
Amount kg	7.11e-3	0.664	3.28e-5	0.013	0.684
Amount %	1.039	97.0	4.80e-3	1.946	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.86e+9	7.25e+9	1.91e+8	2.07e+6	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.77e+9	0	1.93e+5	
Rct rate mol/h	5.36e-3	0.014	3.36e-7	3.03e-5	0.019
Rct rate kg/h	5.04e-4	1.28e-3	3.16e-8	2.85e-6	0
Adv rate mol/h	7.55e-4	7.05e-3	0	2.83e-6	7.81e-3
Adv rate kg/h	7.11e-5	6.64e-4	0	2.66e-7	7.35e-4
Reaction %	20.0	50.7	1.25e-3	0.113	
Advection %	2.820	26.3	0	0.011	

**Figura 63b.** Fenol - Distrito de Beja, concelho de Castro Verde.

## Fluoretos

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 548 t/ano = 548 000 kg/ano = 1501,37 kg/dia = 62,56 kg/h

Emissão solo = 27,4 t/ano = 27400 kg/ano = 75,07 kg/dia = 3,128 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.65e-12	8.07e-5	1.34e-12	
Bulk VZ	4.03e+10	0.329	1.45e+6	6.70e-4	4.03e+10
Emission mol/h	0	1646	82.3	0	1729
Emission kg/h	0	62.6	3.128	0	65.7
Fugacity Pa	4.28e-6	0.014	4.74e-6	0.111	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.73e-9	2.35e-14	3.82e-10	1.49e-13	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.56e-8	8.94e-13	1.45e-8	5.67e-12	
Conc ug/g	5.54e-5	8.94e-13	9.68e-9	4.43e-12	
Amount mol	1.73e+5	4.71e-3	6.878	7.46e-5	1.73e+5
Amount kg	6564	1.79e-4	0.261	2.83e-6	6564
Amount %	100.0	2.72e-6	3.98e-3	4.32e-8	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	6.34e-4	1398	1.43e-7	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.29e-4	0	1.34e-8	
Rct rate mol/h	1.197	9.06e-6	6.62e-3	1.60e-8	1.204
Rct rate kg/h	0.045	3.44e-7	2.52e-4	6.06e-10	0
Adv rate mol/h	1727	4.71e-6	0	1.49e-9	1727
Adv rate kg/h	65.6	1.79e-7	0	5.67e-11	65.6
Reaction %	0.069	5.24e-7	3.83e-4	9.23e-10	
Advection %	99.9	2.72e-7	0	8.63e-11	

**Figura 64b.** Fluoretos - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 2,07 t/ano = 2070 kg/ano = 5,67 kg/dia = 0,236 kg/h

Emissão solo = 0,1035 t/ano = 103,5 kg/ano = 0,284 kg/dia = 0,0118 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.65e-12	8.07e-5	1.34e-12	
Bulk VZ	4.03e+10	0.329	1.45e+6	6.70e-4	4.03e+10
Emission mol/h	0	6.211	0.311	0	6.521
Emission kg/h	0	0.236	0.012	0	0.248
Fugacity Pa	1.62e-8	5.39e-5	1.79e-8	4.20e-4	
Conc mol/m <sup>3</sup>	6.52e-12	8.87e-17	1.44e-12	5.63e-16	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.48e-10	3.37e-15	5.48e-11	2.14e-14	
Conc ug/g	2.09e-7	3.37e-15	3.65e-11	1.67e-14	
Amount mol	652	1.77e-5	0.026	2.81e-7	652
Amount kg	24.8	6.74e-7	9.86e-4	1.07e-8	24.8
Amount %	100.0	2.72e-6	3.98e-3	4.32e-8	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	6.34e-4	1398	1.43e-7	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.29e-4	0	1.34e-8	
Rct rate mol/h	4.52e-3	3.42e-8	2.50e-5	6.02e-11	4.54e-3
Rct rate kg/h	1.72e-4	1.30e-9	9.49e-7	2.29e-12	0
Adv rate mol/h	6.517	1.77e-8	0	5.63e-12	6.517
Adv rate kg/h	0.248	6.74e-10	0	2.14e-13	0.248
Reaction %	0.069	5.24e-7	3.83e-4	9.23e-10	
Advection %	99.9	2.72e-7	0	8.63e-11	

**Figura 65b.** Fluoretos - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

## Fósforo

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 10,9 t/ano = 10900 kg/ano = 29,863 kg/dia = 1,244 kg/h

Emissão solo = 0,545 t/ano = 545 kg/ano = 1,493 kg/dia = 0,0622 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.54e-3	5.51e-4	1.24e-3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.08e+8	9.92e+6	6.19e+5	4.07e+10
Emission mol/h	0	36.6	1.829	0	38.4
Emission kg/h	0	1.244	0.062	0	1.306
Fugacity Pa	9.50e-8	9.50e-8	5.73e-10	7.38e-7	
Conc mol/m <sup>3</sup>	3.83e-11	1.46e-10	3.16e-13	9.14e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.30e-9	4.97e-9	1.07e-11	3.11e-8	
Conc ug/g	1.10e-6	4.97e-9	7.16e-12	2.43e-8	
Amount mol	3831	29.3	5.68e-3	0.457	3860
Amount kg	130	0.995	1.93e-4	0.016	131
Amount %	99.2	0.758	1.47e-4	0.012	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	5.93e+5	9546	132	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.08e+5	0	12.4	
Rct rate mol/h	0.027	0.056	5.47e-6	9.77e-5	0.083
Rct rate kg/h	9.03e-4	1.91e-3	1.86e-7	3.32e-6	0
Adv rate mol/h	38.3	0.029	0	9.14e-6	38.3
Adv rate kg/h	1.302	9.95e-4	0	3.11e-7	1.303
Reaction %	0.069	0.147	1.42e-5	2.54e-4	
Advection %	99.7	0.076	0	2.38e-5	

**Figura 66b.** Fósforo - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 52,5 t/ano = 52500 kg/ano = 143,836 kg/dia = 5,993 kg/h

Emissão solo = 2,625 t/ano = 2625 kg/ano = 7,192 kg/dia = 0,2997 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.54e-3	5.51e-4	1.24e-3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.08e+8	9.92e+6	6.19e+5	4.07e+10
Emission mol/h	0	176	8.815	0	185
Emission kg/h	0	5.993	0.300	0	6.293
Fugacity Pa	4.57e-7	4.57e-7	2.76e-9	3.55e-6	
Conc mol/m³	1.85e-10	7.05e-10	1.52e-12	4.40e-9	
Conc g/m³	6.27e-9	2.40e-8	5.17e-11	1.50e-7	
Conc ug/g	5.29e-6	2.40e-8	3.45e-11	1.17e-7	
Amount mol	18454	141	0.027	2.201	18597
Amount kg	627	4.792	9.31e-4	0.075	632
Amount %	99.2	0.758	1.47e-4	0.012	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	5.93e+5	9546	132	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.08e+5	0	12.4	
Rct rate mol/h	0.128	0.271	2.64e-5	4.71e-4	0.400
Rct rate kg/h	4.35e-3	9.22e-3	8.96e-7	1.60e-5	0
Adv rate mol/h	185	0.141	0	4.40e-5	185
Adv rate kg/h	6.274	4.79e-3	0	1.50e-6	6.279
Reaction %	0.069	0.147	1.42e-5	2.54e-4	
Advection %	99.7	0.076	0	2.38e-5	

**Figura 67b.** Fósforo - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

**Distrito de Faro – Concelho de Portimão – emissões utilizadas água e solo**

Emissão água = 57,2 t/ano = 57200 kg/ano = 156,712 kg/dia = 6,530 kg/h

Emissão solo = 2,86 t/ano = 2860 kg/ano = 7,836 kg/dia = 0,326 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.54e-3	5.51e-4	1.24e-3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.08e+8	9.92e+6	6.19e+5	4.07e+10
Emission mol/h	0	192	9.588	0	202
Emission kg/h	0	6.530	0.326	0	6.856
Fugacity Pa	4.98e-7	4.98e-7	3.01e-9	3.87e-6	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.01e-10	7.68e-10	1.66e-12	4.80e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.84e-9	2.61e-8	5.63e-11	1.63e-7	
Conc ug/g	5.77e-6	2.61e-8	3.76e-11	1.27e-7	
Amount mol	20106	154	0.030	2.398	20262
Amount kg	684	5.221	1.01e-3	0.082	689
Amount %	99.2	0.758	1.47e-4	0.012	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	5.93e+5	9546	132	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.08e+5	0	12.4	
Rct rate mol/h	0.139	0.296	2.87e-5	5.13e-4	0.435
Rct rate kg/h	4.74e-3	0.010	9.76e-7	1.74e-5	0
Adv rate mol/h	201	0.154	0	4.80e-5	201
Adv rate kg/h	6.836	5.22e-3	0	1.63e-6	6.841
Reaction %	0.069	0.147	1.42e-5	2.54e-4	
Advection %	99.7	0.076	0	2.38e-5	

**Figura 68b.** Fósforo - Distrito de Faro, concelho de Portimão.

## Distrito de Faro – Concelho de Loulé – emissões utilizadas água e solo

Emissão água = 12,4 t/ano = 12400 kg/ano = 33,973 kg/dia = 1,416 kg/h

Emissão solo = 0,62 t/ano = 620 kg/ano = 1,699 kg/dia = 0,0708 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.54e-3	5.51e-4	1.24e-3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.08e+8	9.92e+6	6.19e+5	4.07e+10
Emission mol/h	0	41.6	2.082	0	43.7
Emission kg/h	0	1.416	0.071	0	1.487
Fugacity Pa	1.08e-7	1.08e-7	6.52e-10	8.40e-7	
Conc mol/m <sup>3</sup>	4.36e-11	1.67e-10	3.59e-13	1.04e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.48e-9	5.66e-9	1.22e-11	3.54e-8	
Conc ug/g	1.25e-6	5.66e-9	8.15e-12	2.76e-8	
Amount mol	4360	33.3	6.47e-3	0.520	4394
Amount kg	148	1.132	2.20e-4	0.018	149
Amount %	99.2	0.758	1.47e-4	0.012	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	5.93e+5	9546	132	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.08e+5	0	12.4	
Rct rate mol/h	0.030	0.064	6.23e-6	1.11e-4	0.094
Rct rate kg/h	1.03e-3	2.18e-3	2.12e-7	3.78e-6	0
Adv rate mol/h	43.6	0.033	0	1.04e-5	43.6
Adv rate kg/h	1.482	1.13e-3	0	3.54e-7	1.484
Reaction %	0.069	0.147	1.42e-5	2.54e-4	
Advection %	99.7	0.076	0	2.38e-5	

Figura 69b. Fósforo - Distrito de Faro, concelho de Loulé.

## Distrito de Faro – Concelho de Lagos – emissões utilizadas água e solo

Emissão água = 15,4 t/ano = 15400 kg/ano = 42,192 kg/dia = 1,758 kg/h

Emissão solo = 0,77 t/ano = 770 kg/ano = 2,1096 kg/dia = 0,0879 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.54e-3	5.51e-4	1.24e-3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.08e+8	9.92e+6	6.19e+5	4.07e+10
Emission mol/h	0	51.7	2.585	0	54.3
Emission kg/h	0	1.758	0.088	0	1.846
Fugacity Pa	1.34e-7	1.34e-7	8.10e-10	1.04e-6	
Conc mol/m <sup>3</sup>	5.41e-11	2.07e-10	4.46e-13	1.29e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.84e-9	7.03e-9	1.52e-11	4.39e-8	
Conc ug/g	1.55e-6	7.03e-9	1.01e-11	3.43e-8	
Amount mol	5413	41.3	8.03e-3	0.646	5455
Amount kg	184	1.406	2.73e-4	0.022	185
Amount %	99.2	0.758	1.47e-4	0.012	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	5.93e+5	9546	132	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.08e+5	0	12.4	
Rct rate mol/h	0.038	0.080	7.73e-6	1.38e-4	0.117
Rct rate kg/h	1.28e-3	2.71e-3	2.63e-7	4.70e-6	0
Adv rate mol/h	54.1	0.041	0	1.29e-5	54.2
Adv rate kg/h	1.841	1.41e-3	0	4.39e-7	1.842
Reaction %	0.069	0.147	1.42e-5	2.54e-4	
Advection %	99.7	0.076	0	2.38e-5	

**Figura 70b.** Fósforo - Distrito de Faro, concelho de Lagos.

**Distrito de Faro – Concelho de Albufeira – emissões utilizadas água e solo**

Emissão água = 17,1 t/ano = 17100 kg/ano = 46,849 kg/dia = 1,952 kg/h

Emissão solo = 0,855 t/ano = 855 kg/ano = 2,342 kg/dia = 0,0976 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.54e-3	5.51e-4	1.24e-3	
Bulk VZ	4.03e+10	3.08e+8	9.92e+6	6.19e+5	4.07e+10
Emission mol/h	0	57.4	2.871	0	60.3
Emission kg/h	0	1.952	0.098	0	2.050
Fugacity Pa	1.49e-7	1.49e-7	8.99e-10	1.16e-6	
Conc mol/m³	6.01e-11	2.30e-10	4.95e-13	1.43e-9	
Conc g/m³	2.04e-9	7.80e-9	1.68e-11	4.88e-8	
Conc ug/g	1.72e-6	7.80e-9	1.12e-11	3.81e-8	
Amount mol	6011	45.9	8.92e-3	0.717	6057
Amount kg	204	1.561	3.03e-4	0.024	206
Amount %	99.2	0.758	1.47e-4	0.012	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	5.93e+5	9546	132	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.08e+5	0	12.4	
Rct rate mol/h	0.042	0.088	8.58e-6	1.53e-4	0.130
Rct rate kg/h	1.42e-3	3.00e-3	2.92e-7	5.21e-6	0
Adv rate mol/h	60.1	0.046	0	1.43e-5	60.2
Adv rate kg/h	2.044	1.56e-3	0	4.88e-7	2.045
Reaction %	0.069	0.147	1.42e-5	2.54e-4	
Advection %	99.7	0.076	0	2.38e-5	

**Figura 71b.** Fósforo - Distrito de Faro, concelho de Albufeira.

## Hexabromobifenilo

**Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 260 g/ano = 0,26 kg/ano =  $7,12 \times 10^{-4}$  kg/dia =  $2,97 \times 10^{-5}$  kg/h

Emissão solo = 13 g/ano = 0,013 kg/ano =  $3,56 \times 10^{-5}$  kg/dia =  $1,48 \times 10^{-6}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	2.80e-3	6.658	61094	48877	
Bulk VZ	2.80e+11	1.33e+12	1.10e+15	2.44e+13	1.13e+15
Emission mol/h	0	4.73e-5	2.36e-6	0	4.97e-5
Emission kg/h	0	2.97e-5	1.48e-6	0	3.12e-5
Fugacity Pa	1.19e-18	8.15e-17	5.55e-16	6.37e-16	
Conc mol/m³	3.33e-21	5.43e-16	3.39e-11	3.11e-11	
Conc g/m³	2.09e-18	3.41e-13	2.13e-8	1.95e-8	
Conc ug/g	1.76e-15	3.41e-13	1.42e-8	1.53e-8	
Amount mol	3.33e-7	1.09e-4	0.610	0.016	0.626
Amount kg	2.09e-7	6.81e-5	0.383	9.77e-3	0.393
Amount %	5.32e-5	0.017	97.5	2.486	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.14e+8	2.14e+8	8.82e+10	4.35e+8	
D adv mol/Pa.h	2.80e+9	1.33e+9	0	4.89e+8	
Rct rate mol/h	2.55e-10	1.74e-8	4.90e-5	2.77e-7	4.93e-5
Rct rate kg/h	1.60e-10	1.09e-8	3.07e-5	1.74e-7	0
Adv rate mol/h	3.33e-9	1.09e-7	0	3.11e-7	4.23e-7
Adv rate kg/h	2.09e-9	6.81e-8	0	1.95e-7	2.66e-7
Reaction %	5.13e-4	0.035	98.6	0.558	
Advection %	6.70e-3	0.218	0	0.627	

**Figura 72b.** Hexabromobifenilo - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

## Mercúrio

**Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 328 kg/ano = 0,899 kg/dia = 0,0374 kg/h

Emissão água = 5,88 kg/ano = 0,0161 kg/dia =  $6,71 \times 10^{-4}$  kg/h

Emissão solo = 0,294 kg/ano =  $8,05 \times 10^{-4}$  kg/dia =  $3,36 \times 10^{-5}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.04e-4	244	83.4	204	
Bulk VZ	4.04e+10	4.89e+13	1.50e+12	1.02e+11	5.05e+13
Emission mol/h	0.186	3.35e-3	1.68e-4	0	0.190
Emission kg/h	0.037	6.71e-4	3.36e-5	0	0.038
Fugacity Pa	1.32e-12	1.32e-12	2.43e-14	1.03e-11	
Conc mol/m <sup>3</sup>	5.31e-16	3.23e-10	2.02e-12	2.10e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.07e-13	6.49e-8	4.06e-10	4.22e-7	
Conc ug/g	8.99e-11	6.49e-8	2.71e-10	3.30e-7	
Amount mol	0.053	64.7	0.036	1.051	65.8
Amount kg	0.011	13.0	7.31e-3	0.211	13.2
Amount %	0.081	98.3	0.055	1.598	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	9.41e+10	1.44e+9	2.18e+7	
D adv mol/Pa.h	4.04e+8	4.89e+10	0	2.04e+6	
Rct rate mol/h	3.68e-7	0.124	3.51e-5	2.25e-4	0.125
Rct rate kg/h	7.39e-8	0.025	7.03e-6	4.51e-5	0
Adv rate mol/h	5.31e-4	0.065	0	2.10e-5	0.065
Adv rate kg/h	1.07e-4	0.013	0	4.22e-6	0.013
Reaction %	1.94e-4	65.5	0.018	0.118	
Advection %	0.280	34.0	0	0.011	

**Figura 73b.** Mercúrio - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar, água e solo.**

Emissão ar = 139 kg/ano = 0,381 kg/dia = 0,0159 kg/h

Emissão água = 5 kg/ano = 0,0137 kg/dia =  $5,71 \times 10^{-4}$  kg/h

Emissão solo = 0,25 kg/ano =  $6,85 \times 10^{-4}$  kg/dia =  $2,85 \times 10^{-5}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.04e-4	244	83.4	204	
Bulk VZ	4.04e+10	4.89e+13	1.50e+12	1.02e+11	5.05e+13
Emission mol/h	0.079	2.85e-3	1.42e-4	0	0.082
Emission kg/h	0.016	5.71e-4	2.85e-5	0	0.016
Fugacity Pa	5.70e-13	5.73e-13	1.05e-14	4.47e-12	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.30e-16	1.40e-10	8.76e-13	9.10e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	4.61e-14	2.81e-8	1.76e-10	1.83e-7	
Conc ug/g	3.89e-11	2.81e-8	1.17e-10	1.43e-7	
Amount mol	0.023	28.0	0.016	0.455	28.5
Amount kg	4.61e-3	5.617	3.16e-3	0.091	5.716
Amount %	0.081	98.3	0.055	1.598	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	9.41e+10	1.44e+9	2.18e+7	
D adv mol/Pa.h	4.04e+8	4.89e+10	0	2.04e+6	
Rct rate mol/h	1.59e-7	0.054	1.52e-5	9.74e-5	0.054
Rct rate kg/h	3.20e-8	0.011	3.04e-6	1.95e-5	0
Adv rate mol/h	2.30e-4	0.028	0	9.10e-6	0.028
Adv rate kg/h	4.61e-5	5.62e-3	0	1.83e-6	5.66e-3
Reaction %	1.94e-4	65.5	0.018	0.118	
Advection %	0.280	34.0	0	0.011	

**Figura 74b.** Mercúrio - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 37 kg/ano = 0,101 kg/dia = 0,00422 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.04e-4	244	83.4	204	
Bulk VZ	4.04e+10	4.89e+13	1.50e+12	1.02e+11	5.05e+13
Emission mol/h	0.021	0	0	0	0.021
Emission kg/h	4.22e-3	0	0	0	4.22e-3
Fugacity Pa	1.46e-13	1.46e-13	2.69e-15	1.14e-12	
Conc mol/m³	5.88e-17	3.58e-11	2.24e-13	2.33e-10	
Conc g/m³	1.18e-14	7.18e-9	4.50e-11	4.67e-8	
Conc ug/g	9.96e-12	7.18e-9	3.00e-11	3.65e-8	
Amount mol	5.88e-3	7.162	4.03e-3	0.116	7.288
Amount kg	1.18e-3	1.437	8.09e-4	0.023	1.462
Amount %	0.081	98.3	0.055	1.598	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	9.41e+10	1.44e+9	2.18e+7	
D adv mol/Pa.h	4.04e+8	4.89e+10	0	2.04e+6	
Rct rate mol/h	4.08e-8	0.014	3.88e-6	2.49e-5	0.014
Rct rate kg/h	8.18e-9	2.77e-3	7.79e-7	5.00e-6	0
Adv rate mol/h	5.88e-5	7.16e-3	0	2.33e-6	7.22e-3
Adv rate kg/h	1.18e-5	1.44e-3	0	4.67e-7	1.45e-3
Reaction %	1.94e-4	65.5	0.018	0.118	
Advection %	0.280	34.0	0	0.011	

Figura 75b. Mercúrio - Distrito de Setúbal, concelho de Barreiro.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Seixal – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 15 kg/ano = 0,0411 kg/dia = 0,00171 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.04e-4	244	83.4	204	
Bulk VZ	4.04e+10	4.89e+13	1.50e+12	1.02e+11	5.05e+13
Emission mol/h	8.52e-3	0	0	0	8.52e-3
Emission kg/h	1.71e-3	0	0	0	1.71e-3
Fugacity Pa	5.91e-14	5.93e-14	1.09e-15	4.63e-13	
Conc mol/m³	2.38e-17	1.45e-11	9.08e-14	9.44e-11	
Conc g/m³	4.78e-15	2.91e-9	1.82e-11	1.89e-8	
Conc ug/g	4.03e-12	2.91e-9	1.21e-11	1.48e-8	
Amount mol	2.38e-3	2.902	1.63e-3	0.047	2.953
Amount kg	4.78e-4	0.582	3.28e-4	9.46e-3	0.592
Amount %	0.081	98.3	0.055	1.598	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	9.41e+10	1.44e+9	2.18e+7	
D adv mol/Pa.h	4.04e+8	4.89e+10	0	2.04e+6	
Rct rate mol/h	1.65e-8	5.59e-3	1.57e-6	1.01e-5	5.60e-3
Rct rate kg/h	3.31e-9	1.12e-3	3.16e-7	2.02e-6	0
Adv rate mol/h	2.38e-5	2.90e-3	0	9.44e-7	2.93e-3
Adv rate kg/h	4.78e-6	5.82e-4	0	1.89e-7	5.87e-4
Reaction %	1.94e-4	65.5	0.018	0.118	
Advection %	0.280	34.0	0	0.011	

Figura 76b. Mercúrio - Distrito de Setúbal, concelho de Seixal.

## Metano

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar**

Emissão ar = 165 t/ano = 165000 kg/ano = 452,0548 kg/dia = 18,8356 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	1174	0	0	0	1174
Emission kg/h	18.8	0	0	0	18.8
Fugacity Pa	2.91e-6	2.91e-6	2.90e-6	2.27e-5	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.17e-9	6.42e-14	2.34e-10	4.50e-13	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.88e-8	1.03e-12	3.76e-9	7.21e-12	
Conc ug/g	1.59e-5	1.03e-12	2.51e-9	5.64e-12	
Amount mol	1.17e+5	0.013	4.218	2.25e-4	1.17e+5
Amount kg	1880	2.06e-4	0.068	3.61e-6	1880
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	2.172	2.47e-5	4.06e-3	4.81e-8	2.176
Rct rate kg/h	0.035	3.96e-7	6.51e-5	7.72e-10	0
Adv rate mol/h	1172	1.28e-5	0	4.50e-9	1172
Adv rate kg/h	18.8	2.06e-7	0	7.21e-11	18.8
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

**Figura 77b.** Metano - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar**

Emissão ar = 804t/ano = 804000 kg/ano = 2202,7397 kg/dia = 91,7808 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	5722	0	0	0	5722
Emission kg/h	91.8	0	0	0	91.8
Fugacity Pa	1.42e-5	1.42e-5	1.42e-5	1.11e-4	
Conc mol/m <sup>3</sup>	5.71e-9	3.13e-13	1.14e-9	2.19e-12	
Conc g/m <sup>3</sup>	9.16e-8	5.02e-12	1.83e-8	3.52e-11	
Conc ug/g	7.73e-5	5.02e-12	1.22e-8	2.75e-11	
Amount mol	5.71e+5	0.063	20.6	1.10e-3	5.71e+5
Amount kg	9161	1.00e-3	0.330	1.76e-5	9161
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	10.6	1.20e-4	0.020	2.34e-7	10.6
Rct rate kg/h	0.170	1.93e-6	3.17e-4	3.76e-9	0
Adv rate mol/h	5711	6.26e-5	0	2.19e-8	5711
Adv rate kg/h	91.6	1.00e-6	0	3.52e-10	91.6
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

**Figura 78b.** Metano - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Palmela – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 9050t/ano = 9050000 kg/ano = 24794,52 kg/dia = 1033,105 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	64408	0	0	0	64408
Emission kg/h	1033	0	0	0	1033
Fugacity Pa	1.59e-4	1.59e-4	1.59e-4	1.25e-3	
Conc mol/m³	6.43e-8	3.52e-12	1.29e-8	2.47e-11	
Conc g/m³	1.03e-6	5.65e-11	2.06e-7	3.96e-10	
Conc ug/g	8.70e-4	5.65e-11	1.37e-7	3.09e-10	
Amount mol	6.43e+6	0.704	231	0.012	6.43e+6
Amount kg	1.03e+5	0.011	3.711	1.98e-4	1.03e+5
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	119	1.36e-3	0.223	2.64e-6	119
Rct rate kg/h	1.911	2.17e-5	3.57e-3	4.23e-8	0
Adv rate mol/h	64289	7.04e-4	0	2.47e-7	64289
Adv rate kg/h	1031	1.13e-5	0	3.96e-9	1031
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

Figura 79b. Metano - Distrito de Setúbal, concelho de Palmela.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Seixal – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 4430 t/ano = 4430000 kg/ano = 12136,9863 kg/dia = 505,71 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	31528	0	0	0	31528
Emission kg/h	506	0	0	0	506
Fugacity Pa	7.80e-5	7.80e-5	7.80e-5	6.10e-4	
Conc mol/m³	3.15e-8	1.72e-12	6.29e-9	1.21e-11	
Conc g/m³	5.05e-7	2.76e-11	1.01e-7	1.94e-10	
Conc ug/g	4.26e-4	2.76e-11	6.73e-8	1.51e-10	
Amount mol	3.15e+6	0.345	113	6.04e-3	3.15e+6
Amount kg	50477	5.53e-3	1.817	9.68e-5	50479
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	58.3	6.64e-4	0.109	1.29e-6	58.4
Rct rate kg/h	0.935	1.06e-5	1.75e-3	2.07e-8	0
Adv rate mol/h	31470	3.45e-4	0	1.21e-7	31470
Adv rate kg/h	505	5.53e-6	0	1.94e-9	505
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

Figura 80b. Metano - Distrito de Setúbal, concelho de Seixal.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Santiago do Cacém – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 2288 t/ano = 2288000 kg/ano = 6268,49 kg/dia = 261,19 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	16284	0	0	0	16284
Emission kg/h	261	0	0	0	261
Fugacity Pa	4.03e-5	4.03e-5	4.03e-5	3.15e-4	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.63e-8	8.90e-13	3.25e-9	6.24e-12	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.61e-7	1.43e-11	5.21e-8	1.00e-10	
Conc ug/g	2.20e-4	1.43e-11	3.47e-8	7.82e-11	
Amount mol	1.63e+6	0.178	58.5	3.12e-3	1.63e+6
Amount kg	26071	2.86e-3	0.938	5.00e-5	26072
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	30.1	3.43e-4	0.056	6.67e-7	30.2
Rct rate kg/h	0.483	5.50e-6	9.03e-4	1.07e-8	0
Adv rate mol/h	16253	1.78e-4	0	6.24e-8	16253
Adv rate kg/h	261	2.86e-6	0	1.00e-9	261
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

Figura 81b. Metano - Distrito de Setúbal, concelho de Santiago do Cacém.

## Distrito de Portalegre – Concelho de Avis – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 220 t/ano = 220000 kg/ano = 602,7397 kg/dia = 25,114 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	1566	0	0	0	1566
Emission kg/h	25.1	0	0	0	25.1
Fugacity Pa	3.87e-6	3.88e-6	3.87e-6	3.03e-5	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.56e-9	8.56e-14	3.12e-10	6.00e-13	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.51e-8	1.37e-12	5.01e-9	9.62e-12	
Conc ug/g	2.11e-5	1.37e-12	3.34e-9	7.52e-12	
Amount mol	1.56e+5	0.017	5.625	3.00e-4	1.56e+5
Amount kg	2507	2.75e-4	0.090	4.81e-6	2507
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	2.896	3.30e-5	5.41e-3	6.41e-8	2.901
Rct rate kg/h	0.046	5.29e-7	8.68e-5	1.03e-9	0
Adv rate mol/h	1563	1.71e-5	0	6.00e-9	1563
Adv rate kg/h	25.1	2.75e-7	0	9.62e-11	25.1
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

Figura 82b. Metano - Distrito de Portalegre, concelho de Avis.

## Distrito de Évora – Concelho de Évora – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 1290 t/ano = 1290 000 kg/ano = 3534,247 kg/dia = 147,26 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	9181	0	0	0	9181
Emission kg/h	147	0	0	0	147
Fugacity Pa	2.27e-5	2.27e-5	2.27e-5	1.78e-4	
Conc mol/m <sup>3</sup>	9.16e-9	5.02e-13	1.83e-9	3.52e-12	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.47e-7	8.05e-12	2.94e-8	5.64e-11	
Conc ug/g	1.24e-4	8.05e-12	1.96e-8	4.41e-11	
Amount mol	9.16e+5	0.100	33.0	1.76e-3	9.16e+5
Amount kg	14699	1.61e-3	0.529	2.82e-5	14699
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	17.0	1.93e-4	0.032	3.76e-7	17.0
Rct rate kg/h	0.272	3.10e-6	5.09e-4	6.03e-9	0
Adv rate mol/h	9164	1.00e-4	0	3.52e-8	9164
Adv rate kg/h	147	1.61e-6	0	5.64e-10	147
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

Figura 83b. Metano - Distrito de Évora, concelho de Évora.

## Distrito de Évora – Concelho de Montemor-o-Novo – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 124 t/ano = 124 000 kg/ano = 339,726 kg/dia = 14,155 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	882	0	0	0	882
Emission kg/h	14.2	0	0	0	14.2
Fugacity Pa	2.18e-6	2.18e-6	2.18e-6	1.71e-5	
Conc mol/m <sup>3</sup>	8.81e-10	4.82e-14	1.76e-10	3.38e-13	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.41e-8	7.74e-13	2.82e-9	5.42e-12	
Conc ug/g	1.19e-5	7.74e-13	1.88e-9	4.24e-12	
Amount mol	88085	9.65e-3	3.170	1.69e-4	88088
Amount kg	1413	1.55e-4	0.051	2.71e-6	1413
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	1.632	1.86e-5	3.05e-3	3.61e-8	1.635
Rct rate kg/h	0.026	2.98e-7	4.89e-5	5.80e-10	0
Adv rate mol/h	881	9.65e-6	0	3.38e-9	881
Adv rate kg/h	14.1	1.55e-7	0	5.42e-11	14.1
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

Figura 84b. Metano - Distrito de Évora, concelho de Montemor-o-Novo.

## Distrito de Beja – Concelho de Beja – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 785 t/ano = 785000 kg/ano = 2150,6849 kg/dia = 89,61187 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	5587	0	0	0	5587
Emission kg/h	89.6	0	0	0	89.6
Fugacity Pa	1.38e-5	1.38e-5	1.38e-5	1.08e-4	
Conc mol/m³	5.58e-9	3.05e-13	1.11e-9	2.14e-12	
Conc g/m³	8.94e-8	4.90e-12	1.79e-8	3.43e-11	
Conc ug/g	7.55e-5	4.90e-12	1.19e-8	2.68e-11	
Amount mol	5.58e+5	0.061	20.1	1.07e-3	5.58e+5
Amount kg	8945	9.80e-4	0.322	1.72e-5	8945
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	10.3	1.18e-4	0.019	2.29e-7	10.4
Rct rate kg/h	0.166	1.89e-6	3.10e-4	3.67e-9	0
Adv rate mol/h	5576	6.11e-5	0	2.14e-8	5576
Adv rate kg/h	89.4	9.80e-7	0	3.43e-10	89.4
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

Figura 85b. Metano - Distrito de Beja, concelho de Beja.

## Distrito de Beja – Concelho de Cuba – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 159 t/ano = 159000 kg/ano = 435,616 kg/dia = 18,15 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	1132	0	0	0	1132
Emission kg/h	18.2	0	0	0	18.2
Fugacity Pa	2.80e-6	2.80e-6	2.80e-6	2.19e-5	
Conc mol/m³	1.13e-9	6.19e-14	2.26e-10	4.33e-13	
Conc g/m³	1.81e-8	9.92e-13	3.62e-9	6.95e-12	
Conc ug/g	1.53e-5	9.92e-13	2.41e-9	5.43e-12	
Amount mol	1.13e+5	0.012	4.065	2.17e-4	1.13e+5
Amount kg	1812	1.98e-4	0.065	3.48e-6	1812
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	2.093	2.38e-5	3.91e-3	4.64e-8	2.097
Rct rate kg/h	0.034	3.82e-7	6.28e-5	7.43e-10	0
Adv rate mol/h	1129	1.24e-5	0	4.33e-9	1129
Adv rate kg/h	18.1	1.98e-7	0	6.95e-11	18.1
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

Figura 86b. Metano - Distrito de Beja, concelho de Cuba.

### Distrito de Faro – Concelho de Portimão – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 843 t/ano = 843 000 kg/ano = 2309,589 kg/dia = 96,233 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	6000	0	0	0	6000
Emission kg/h	96.2	0	0	0	96.2
Fugacity Pa	1.48e-5	1.48e-5	1.48e-5	1.16e-4	
Conc mol/m³	5.99e-9	3.29e-13	1.20e-9	2.30e-12	
Conc g/m³	9.61e-8	5.26e-12	1.92e-8	3.69e-11	
Conc ug/g	8.10e-5	5.26e-12	1.28e-8	2.88e-11	
Amount mol	5.99e+5	0.066	21.6	1.15e-3	5.99e+5
Amount kg	9605	1.05e-3	0.346	1.84e-5	9606
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	11.1	1.26e-4	0.021	2.46e-7	11.1
Rct rate kg/h	0.178	2.03e-6	3.33e-4	3.94e-9	0
Adv rate mol/h	5988	6.56e-5	0	2.30e-8	5988
Adv rate kg/h	96.1	1.05e-6	0	3.69e-10	96.1
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

Figura 87b. Metano - Distrito de Évora, concelho de Portimão.

### Distrito de Faro – Concelho de Loulé – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 2500 t/ano = 2500 000 kg/ano = 6849,315 kg/dia = 285,388 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.21e-8	8.07e-5	1.98e-8	
Bulk VZ	4.03e+10	4417	1.45e+6	9.904	4.03e+10
Emission mol/h	17792	0	0	0	17792
Emission kg/h	285	0	0	0	285
Fugacity Pa	4.40e-5	4.40e-5	4.40e-5	3.44e-4	
Conc mol/m³	1.78e-8	9.73e-13	3.55e-9	6.81e-12	
Conc g/m³	2.85e-7	1.56e-11	5.70e-8	1.09e-10	
Conc ug/g	2.40e-4	1.56e-11	3.80e-8	8.54e-11	
Amount mol	1.78e+6	0.195	63.9	3.41e-3	1.78e+6
Amount kg	28486	3.12e-3	1.025	5.47e-5	28487
Amount %	100.0	1.10e-5	3.60e-3	1.92e-7	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	7.48e+5	8.503	1398	2.12e-3	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.417	0	1.98e-4	
Rct rate mol/h	32.9	3.74e-4	0.062	7.29e-7	33.0
Rct rate kg/h	0.528	6.01e-6	9.87e-4	1.17e-8	0
Adv rate mol/h	17759	1.95e-4	0	6.81e-8	17759
Adv rate kg/h	285	3.12e-6	0	1.09e-9	285
Reaction %	0.185	2.10e-6	3.46e-4	4.10e-9	
Advection %	99.8	1.09e-6	0	3.83e-10	

Figura 88b. Metano - Distrito de Évora, concelho de Loulé.

## Monóxido de Carbono

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar**

Emissão ar = 659 t/ano = 659 000 kg/ano = 1805,48 kg/dia = 75, 228 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.530	0.497	1.254	
Bulk VZ	4.03e+10	3.06e+11	8.94e+9	6.27e+8	3.56e+11
Emission mol/h	2686	0	0	0	2686
Emission kg/h	75.2	0	0	0	75.2
Fugacity Pa	2.07e-6	2.07e-6	3.07e-11	1.61e-5	
Conc mol/m <sup>3</sup>	8.34e-10	3.16e-6	1.53e-11	2.02e-5	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.34e-8	8.85e-5	4.27e-10	5.66e-4	
Conc ug/g	1.97e-5	8.85e-5	2.85e-10	4.43e-4	
Amount mol	83366	6.32e+5	0.275	10112	7.26e+5
Amount kg	2335	17708	7.69e-3	283	20326
Amount %	11.5	87.1	3.79e-5	1.393	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	5.89e+8	8.61e+6	1.34e+5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.06e+8	0	12539	
Rct rate mol/h	0.578	1217	2.64e-4	2.163	1220
Rct rate kg/h	0.016	34.1	7.41e-6	0.061	0
Adv rate mol/h	834	632	0	0.202	1466
Adv rate kg/h	23.4	17.7	0	5.66e-3	41.1
Reaction %	0.022	45.3	9.85e-6	0.081	
Advection %	31.0	23.5	0	7.53e-3	

**Figura 89b.** Monóxido de Carbono - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar**

Emissão ar = 4 310 t/ano = 4 310 000 kg/ano = 11808,219 kg/dia = 492,009 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.530	0.497	1.254	
Bulk VZ	4.03e+10	3.06e+11	8.94e+9	6.27e+8	3.56e+11
Emission mol/h	17565	0	0	0	17565
Emission kg/h	492	0	0	0	492
Fugacity Pa	1.35e-5	1.35e-5	2.01e-10	1.05e-4	
Conc mol/m <sup>3</sup>	5.45e-9	2.07e-5	9.98e-11	1.32e-4	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.53e-7	5.79e-4	2.80e-9	3.70e-3	
Conc ug/g	1.29e-4	5.79e-4	1.86e-9	2.89e-3	
Amount mol	5.45e+5	4.13e+6	1.797	66134	4.75e+6
Amount kg	15272	1.16e+5	0.050	1852	1.33e+5
Amount %	11.5	87.1	3.79e-5	1.393	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	5.89e+8	8.61e+6	1.34e+5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.06e+8	0	12539	
Rct rate mol/h	3.778	7959	1.73e-3	14.1	7977
Rct rate kg/h	0.106	223	4.84e-5	0.396	0
Adv rate mol/h	5452	4135	0	1.323	9588
Adv rate kg/h	153	116	0	0.037	269
Reaction %	0.022	45.3	9.85e-6	0.081	
Advection %	31.0	23.5	0	7.53e-3	

**Figura 90b.** Monóxido de Carbono - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Seixal – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 13 734 t/ano = 13 734 000 kg/ano = 37627,397 kg/dia = 1567,808 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.530	0.497	1.254	
Bulk VZ	4.03e+10	3.06e+11	8.94e+9	6.27e+8	3.56e+11
Emission mol/h	55973	0	0	0	55973
Emission kg/h	1568	0	0	0	1568
Fugacity Pa	4.31e-5	4.31e-5	6.40e-10	3.36e-4	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.74e-8	6.59e-5	3.18e-10	4.21e-4	
Conc g/m <sup>3</sup>	4.87e-7	1.85e-3	8.91e-9	0.012	
Conc ug/g	4.11e-4	1.85e-3	5.94e-9	9.22e-3	
Amount mol	1.74e+6	1.32e+7	5.725	2.11e+5	1.51e+7
Amount kg	48665	3.69e+5	0.160	5903	4.24e+5
Amount %	11.5	87.1	3.79e-5	1.393	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	5.89e+8	8.61e+6	1.34e+5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3.06e+8	0	12539	
Rct rate mol/h	12.0	25362	5.51e-3	45.1	25420
Rct rate kg/h	0.337	710	1.54e-4	1.263	0
Adv rate mol/h	17374	13175	0	4.215	30554
Adv rate kg/h	487	369	0	0.118	856
Reaction %	0.022	45.3	9.85e-6	0.081	
Advection %	31.0	23.5	0	7.53e-3	

Figura 91b. Monóxido de Carbono - Distrito de Setúbal, concelho de Seixal.

## Naftaleno

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas água e solo**

Emissão água = 444 kg/ano = 1,2164 kg/dia = 0,05068 kg/h

Emissão solo = 22,2 kg/ano = 0,0608 kg/dia = 0,002534 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	0.023	0.543	0.448	
Bulk VZ	4.03e+10	4.66e+9	9.78e+9	2.24e+8	5.50e+10
Emission mol/h	0	0.395	0.020	0	0.415
Emission kg/h	0	0.051	2.53e-3	0	0.053
Fugacity Pa	2.00e-10	2.00e-10	2.62e-10	1.56e-9	
Conc mol/m <sup>3</sup>	8.06e-14	4.66e-12	1.43e-10	7.00e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.03e-11	5.97e-10	1.83e-8	8.97e-8	
Conc ug/g	8.72e-9	5.97e-10	1.22e-8	7.01e-8	
Amount mol	8.063	0.931	2.568	0.350	11.9
Amount kg	1.034	0.119	0.329	0.045	1.527
Amount %	67.7	7.819	21.6	2.937	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.64e+9	1.90e+7	3.99e+6	28205	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	4.66e+6	0	4477	
Rct rate mol/h	0.329	3.80e-3	1.05e-3	4.41e-5	0.334
Rct rate kg/h	0.042	4.87e-4	1.34e-4	5.65e-6	0
Adv rate mol/h	0.081	9.31e-4	0	7.00e-6	0.082
Adv rate kg/h	0.010	1.19e-4	0	8.97e-7	0.010
Reaction %	79.2	0.915	0.252	0.011	
Advection %	19.4	0.224	0	1.69e-3	

**Figura 92b.** Naftaleno - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

## Níquel

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar, água e solo**

Emissão ar = 5173 kg/ano = 14,173 kg/dia = 0,591 kg/h

Emissão água = 78,3 kg/ano = 0,215 kg/dia = 0,00894 kg/h

Emissão solo = 3,915 kg/ano = 0,0107 kg/dia = 4,469 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	2.47e-3	1.27e+10	3.85e+9	1.02e+10	
Bulk VZ	2.47e+11	2.55e+21	6.93e+19	5.10e+18	2.62e+21
Emission mol/h	10.1	0.152	7.61e-3	0	10.2
Emission kg/h	0.591	8.94e-3	4.47e-4	0	0.600
Fugacity Pa	2.49e-18	1.37e-18	3.20e-23	1.06e-17	
Conc mol/m <sup>3</sup>	6.16e-21	1.75e-8	1.23e-13	1.08e-7	
Conc g/m <sup>3</sup>	3.61e-19	1.03e-6	7.23e-12	6.35e-6	
Conc ug/g	3.05e-16	1.03e-6	4.82e-12	4.96e-6	
Amount mol	6.16e-7	3493	2.22e-3	54.1	3547
Amount kg	3.61e-8	205	1.30e-4	3.175	208
Amount %	1.74e-8	98.5	6.25e-5	1.525	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.71e+6	4.90e+18	6.67e+16	1.09e+15	
D adv mol/Pa.h	2.47e+9	2.55e+18	0	1.02e+14	
Rct rate mol/h	4.27e-12	6.724	2.13e-6	0.012	6.736
Rct rate kg/h	2.50e-13	0.395	1.25e-7	6.79e-4	0
Adv rate mol/h	6.16e-9	3.493	0	1.08e-3	3.494
Adv rate kg/h	3.61e-10	0.205	0	6.35e-5	0.205
Reaction %	4.17e-11	65.7	2.09e-5	0.113	
Advection %	6.02e-8	34.1	0	0.011	

**Figura 93b.** Níquel - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar, água e solo

Emissão ar = 5758 kg/ano = 15,775 kg/dia = 0,657 kg/h

Emissão água = 443 kg/ano = 1,214 kg/dia = 0,0506 kg/h

Emissão solo = 22,15 kg/ano = 0,0607 kg/dia = 0,00253 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	2.47e-3	1.27e+10	3.85e+9	1.02e+10	
Bulk VZ	2.47e+11	2.55e+21	6.93e+19	5.10e+18	2.62e+21
Emission mol/h	11.2	0.862	0.043	0	12.1
Emission kg/h	0.657	0.051	2.53e-3	0	0.710
Fugacity Pa	2.77e-18	1.62e-18	3.57e-23	1.25e-17	
Conc mol/m <sup>3</sup>	6.85e-21	2.07e-8	1.37e-13	1.28e-7	
Conc g/m <sup>3</sup>	4.02e-19	1.21e-6	8.06e-12	7.51e-6	
Conc ug/g	3.39e-16	1.21e-6	5.38e-12	5.87e-6	
Amount mol	6.85e-7	4132	2.47e-3	64.0	4196
Amount kg	4.02e-8	242	1.45e-4	3.755	246
Amount %	1.63e-8	98.5	5.90e-5	1.525	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.71e+6	4.90e+18	6.67e+16	1.09e+15	
D adv mol/Pa.h	2.47e+9	2.55e+18	0	1.02e+14	
Rct rate mol/h	4.74e-12	7.953	2.38e-6	0.014	7.967
Rct rate kg/h	2.78e-13	0.467	1.40e-7	8.03e-4	0
Adv rate mol/h	6.85e-9	4.132	0	1.28e-3	4.133
Adv rate kg/h	4.02e-10	0.242	0	7.51e-5	0.243
Reaction %	3.92e-11	65.7	1.97e-5	0.113	
Advection %	5.66e-8	34.1	0	0.011	

**Figura 94b.** Níquel - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Palmela – emissões utilizadas ar, água e solo**

Emissão ar = 87 kg/ano = 0,238 kg/dia = 0,00993 kg/h

Emissão água = 104 kg/ano = 0,285 kg/dia = 0,0119 kg/h

Emissão solo = 5,2 kg/ano = 0,0142 kg/dia =  $5,936 \times 10^{-4}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	2.47e-3	1.27e+10	3.85e+9	1.02e+10	
Bulk VZ	2.47e+11	2.55e+21	6.93e+19	5.10e+18	2.62e+21
Emission mol/h	0.169	0.203	0.010	0	0.382
Emission kg/h	9.93e-3	0.012	5.94e-4	0	0.022
Fugacity Pa	4.21e-20	5.13e-20	5.75e-25	3.96e-19	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.04e-22	6.52e-10	2.21e-15	4.04e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.10e-21	3.83e-8	1.30e-13	2.37e-7	
Conc ug/g	5.14e-18	3.83e-8	8.66e-14	1.85e-7	
Amount mol	1.04e-8	130	3.98e-5	2.020	132
Amount kg	6.10e-10	7.657	2.34e-6	0.119	7.775
Amount %	7.84e-9	98.5	3.01e-5	1.525	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.71e+6	4.90e+18	6.67e+16	1.09e+15	
D adv mol/Pa.h	2.47e+9	2.55e+18	0	1.02e+14	
Rct rate mol/h	7.20e-14	0.251	3.83e-8	4.32e-4	0.252
Rct rate kg/h	4.22e-15	0.015	2.25e-9	2.54e-5	0
Adv rate mol/h	1.04e-10	0.130	0	4.04e-5	0.131
Adv rate kg/h	6.10e-12	7.66e-3	0	2.37e-6	7.66e-3
Reaction %	1.88e-11	65.7	1.00e-5	0.113	
Advection %	2.72e-8	34.1	0	0.011	

**Figura 95b.** Níquel - Distrito de Setúbal, concelho de Palmela.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 2206 kg/ano = 6,044 kg/dia = 0,252 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	2.47e-3	1.27e+10	3.85e+9	1.02e+10	
Bulk VZ	2.47e+11	2.55e+21	6.93e+19	5.10e+18	2.62e+21
Emission mol/h	4.294	0	0	0	4.294
Emission kg/h	0.252	0	0	0	0.252
Fugacity Pa	1.06e-18	5.76e-19	1.36e-23	4.45e-18	
Conc mol/m³	2.62e-21	7.33e-9	5.25e-14	4.54e-8	
Conc g/m³	1.54e-19	4.30e-7	3.08e-12	2.67e-6	
Conc ug/g	1.30e-16	4.30e-7	2.05e-12	2.08e-6	
Amount mol	2.62e-7	1466	9.44e-4	22.7	1489
Amount kg	1.54e-8	86.0	5.54e-5	1.333	87.4
Amount %	1.76e-8	98.5	6.34e-5	1.525	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.71e+6	4.90e+18	6.67e+16	1.09e+15	
D adv mol/Pa.h	2.47e+9	2.55e+18	0	1.02e+14	
Rct rate mol/h	1.82e-12	2.822	9.09e-7	4.86e-3	2.827
Rct rate kg/h	1.07e-13	0.166	5.33e-8	2.85e-4	0
Adv rate mol/h	2.62e-9	1.466	0	4.54e-4	1.467
Adv rate kg/h	1.54e-10	0.086	0	2.67e-5	0.086
Reaction %	4.24e-11	65.7	2.12e-5	0.113	
Advection %	6.11e-8	34.1	0	0.011	

Figura 96b. Níquel - Distrito de Setúbal, concelho de Barreiro.

### Distrito de Évora – Concelho de Mora – emissões utilizadas ar.

Emissão ar = 85 kg/ano = 0,233 kg/dia = 0,0097 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	2.47e-3	1.27e+10	3.85e+9	1.02e+10	
Bulk VZ	2.47e+11	2.55e+21	6.93e+19	5.10e+18	2.62e+21
Emission mol/h	0.165	0	0	0	0.165
Emission kg/h	9.70e-3	0	0	0	9.70e-3
Fugacity Pa	4.09e-20	2.22e-20	5.24e-25	1.71e-19	
Conc mol/m³	1.01e-22	2.82e-10	2.02e-15	1.75e-9	
Conc g/m³	5.93e-21	1.66e-8	1.19e-13	1.03e-7	
Conc ug/g	5.00e-18	1.66e-8	7.90e-14	8.01e-8	
Amount mol	1.01e-8	56.4	3.64e-5	0.874	57.3
Amount kg	5.93e-10	3.312	2.13e-6	0.051	3.363
Amount %	1.76e-8	98.5	6.34e-5	1.525	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.71e+6	4.90e+18	6.67e+16	1.09e+15	
D adv mol/Pa.h	2.47e+9	2.55e+18	0	1.02e+14	
Rct rate mol/h	7.00e-14	0.109	3.50e-8	1.87e-4	0.109
Rct rate kg/h	4.11e-15	6.38e-3	2.05e-9	1.10e-5	0
Adv rate mol/h	1.01e-10	0.056	0	1.75e-5	0.056
Adv rate kg/h	5.93e-12	3.31e-3	0	1.03e-6	3.31e-3
Reaction %	4.24e-11	65.7	2.12e-5	0.113	
Advection %	6.11e-8	34.1	0	0.011	

Figura 97b. Níquel - Distrito de Évora, concelho de Mora.

## Óxido de Azoto

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar**

Emissão ar = 18 922 t/ano = 18 922 000 kg/ano = 51 841,096 kg/dia = 2160,046 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.56e-5	8.62e-5	1.32e-5	
Bulk VZ	4.03e+10	3.13e+6	1.55e+6	6588	4.03e+10
Emission mol/h	50558	0	0	0	50558
Emission kg/h	1568	0	0	0	1568
Fugacity Pa	1.25e-4	1.25e-4	4.31e-5	9.78e-4	
Conc mol/m³	5.05e-8	1.96e-9	3.72e-9	1.29e-8	
Conc g/m³	1.57e-6	6.07e-8	1.15e-7	4.00e-7	
Conc ug/g	1.32e-3	6.07e-8	7.69e-8	3.12e-7	
Amount mol	5.05e+6	391	66.9	6.445	5.05e+6
Amount kg	1.57e+5	12.1	2.076	0.200	1.57e+5
Amount %	100.0	7.75e-3	1.32e-3	1.28e-4	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	6016	1494	1.409	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3125	0	0.132	
Rct rate mol/h	35.0	0.754	0.064	1.38e-3	35.8
Rct rate kg/h	1.086	0.023	2.00e-3	4.27e-5	0
Adv rate mol/h	50522	0.391	0	1.29e-4	50522
Adv rate kg/h	1567	0.012	0	4.00e-6	1567
Reaction %	0.069	1.49e-3	1.27e-4	2.73e-6	
Advection %	99.9	7.74e-4	0	2.55e-7	

Figura 98b. Óxido de Azoto - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar**

Emissão ar = 5 921 t/ano = 5 922 000 kg/ano = 16 221,918 kg/dia = 675,913 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.56e-5	8.62e-5	1.32e-5	
Bulk VZ	4.03e+10	3.13e+6	1.55e+6	6588	4.03e+10
Emission mol/h	21797	0	0	0	21797
Emission kg/h	676	0	0	0	676
Fugacity Pa	5.40e-5	5.40e-5	1.86e-5	4.22e-4	
Conc mol/m³	2.18e-8	8.44e-10	1.60e-9	5.56e-9	
Conc g/m³	6.75e-7	2.62e-8	4.97e-8	1.72e-7	
Conc ug/g	5.70e-4	2.62e-8	3.31e-8	1.35e-7	
Amount mol	2.18e+6	169	28.9	2.778	2.18e+6
Amount kg	67543	5.233	0.895	0.086	67549
Amount %	100.0	7.75e-3	1.32e-3	1.28e-4	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	6016	1494	1.409	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3125	0	0.132	
Rct rate mol/h	15.1	0.325	0.028	5.94e-4	15.4
Rct rate kg/h	0.468	0.010	8.61e-4	1.84e-5	0
Adv rate mol/h	21781	0.169	0	5.56e-5	21781
Adv rate kg/h	675	5.23e-3	0	1.72e-6	675
Reaction %	0.069	1.49e-3	1.27e-4	2.73e-6	
Advection %	99.9	7.74e-4	0	2.55e-7	

Figura 99b. Óxido de Azoto - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 1 385 t/ano = 1 385 000 kg/ano = 3 794,520 kg/dia = 158,105 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.56e-5	8.62e-5	1.32e-5	
Bulk VZ	4.03e+10	3.13e+6	1.55e+6	6588	4.03e+10
Emission mol/h	5099	0	0	0	5099
Emission kg/h	158	0	0	0	158
Fugacity Pa	1.26e-5	1.26e-5	4.35e-6	9.86e-5	
Conc mol/m <sup>3</sup>	5.09e-9	1.97e-10	3.75e-10	1.30e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.58e-7	6.12e-9	1.16e-8	4.03e-8	
Conc ug/g	1.33e-4	6.12e-9	7.75e-9	3.15e-8	
Amount mol	5.09e+5	39.5	6.750	0.650	5.10e+5
Amount kg	15799	1.224	0.209	0.020	15801
Amount %	100.0	7.75e-3	1.32e-3	1.28e-4	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	6016	1494	1.409	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3125	0	0.132	
Rct rate mol/h	3.531	0.076	6.50e-3	1.39e-4	3.613
Rct rate kg/h	0.109	2.36e-3	2.01e-4	4.31e-6	0
Adv rate mol/h	5095	0.039	0	1.30e-5	5095
Adv rate kg/h	158	1.22e-3	0	4.03e-7	158
Reaction %	0.069	1.49e-3	1.27e-4	2.73e-6	
Advection %	99.9	7.74e-4	0	2.55e-7	

Figura 100b. Óxido de Azoto - Distrito de Setúbal, concelho de Barreiro.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Seixal – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 133 t/ano = 133 000 kg/ano = 364,384 kg/dia = 15,183 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.56e-5	8.62e-5	1.32e-5	
Bulk VZ	4.03e+10	3.13e+6	1.55e+6	6588	4.03e+10
Emission mol/h	490	0	0	0	490
Emission kg/h	15.2	0	0	0	15.2
Fugacity Pa	1.21e-6	1.21e-6	4.18e-7	9.47e-6	
Conc mol/m <sup>3</sup>	4.89e-10	1.90e-11	3.60e-11	1.25e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.52e-8	5.88e-10	1.12e-9	3.87e-9	
Conc ug/g	1.28e-5	5.88e-10	7.44e-10	3.02e-9	
Amount mol	48927	3.791	0.648	0.062	48931
Amount kg	1517	0.118	0.020	1.94e-3	1517
Amount %	100.0	7.75e-3	1.32e-3	1.28e-4	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	6016	1494	1.409	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3125	0	0.132	
Rct rate mol/h	0.339	7.30e-3	6.24e-4	1.33e-5	0.347
Rct rate kg/h	0.011	2.26e-4	1.93e-5	4.14e-7	0
Adv rate mol/h	489	3.79e-3	0	1.25e-6	489
Adv rate kg/h	15.2	1.18e-4	0	3.87e-8	15.2
Reaction %	0.069	1.49e-3	1.27e-4	2.73e-6	
Advection %	99.9	7.74e-4	0	2.55e-7	

Figura 101b. Óxido de Azoto - Distrito de Setúbal, concelho de Seixal.

### Distrito de Portalegre – Concelho de Portalegre – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 184 t/ano = 184 000 kg/ano = 504,110 kg/dia = 21,005 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.56e-5	8.62e-5	1.32e-5	
Bulk VZ	4.03e+10	3.13e+6	1.55e+6	6588	4.03e+10
Emission mol/h	677	0	0	0	677
Emission kg/h	21.0	0	0	0	21.0
Fugacity Pa	1.68e-6	1.68e-6	5.78e-7	1.31e-5	
Conc mol/m³	6.77e-10	2.62e-11	4.98e-11	1.73e-10	
Conc g/m³	2.10e-8	8.13e-10	1.54e-9	5.36e-9	
Conc ug/g	1.77e-5	8.13e-10	1.03e-9	4.18e-9	
Amount mol	67688	5.244	0.897	0.086	67694
Amount kg	2099	0.163	0.028	2.68e-3	2099
Amount %	100.0	7.75e-3	1.32e-3	1.28e-4	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	6016	1494	1.409	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3125	0	0.132	
Rct rate mol/h	0.469	0.010	8.63e-4	1.85e-5	0.480
Rct rate kg/h	0.015	3.13e-4	2.68e-5	5.73e-7	0
Adv rate mol/h	677	5.24e-3	0	1.73e-6	677
Adv rate kg/h	21.0	1.63e-4	0	5.36e-8	21.0
Reaction %	0.069	1.49e-3	1.27e-4	2.73e-6	
Advection %	99.9	7.74e-4	0	2.55e-7	

Figura 102b. Óxido de Azoto - Distrito de Portalegre, concelho de Portalegre.

### Distrito de Évora – Concelho de Vendas Novas – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 658 t/ano = 658 000 kg/ano = 1802,740 kg/dia = 75,114 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.56e-5	8.62e-5	1.32e-5	
Bulk VZ	4.03e+10	3.13e+6	1.55e+6	6588	4.03e+10
Emission mol/h	2422	0	0	0	2422
Emission kg/h	75.1	0	0	0	75.1
Fugacity Pa	6.00e-6	6.00e-6	2.07e-6	4.69e-5	
Conc mol/m³	2.42e-9	9.39e-11	1.78e-10	6.18e-10	
Conc g/m³	7.51e-8	2.91e-9	5.52e-9	1.91e-8	
Conc ug/g	6.33e-5	2.91e-9	3.68e-9	1.50e-8	
Amount mol	2.42e+5	18.8	3.207	0.309	2.42e+5
Amount kg	7506	0.582	0.099	9.57e-3	7507
Amount %	100.0	7.75e-3	1.32e-3	1.28e-4	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	6016	1494	1.409	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3125	0	0.132	
Rct rate mol/h	1.677	0.036	3.09e-3	6.60e-5	1.717
Rct rate kg/h	0.052	1.12e-3	9.57e-5	2.05e-6	0
Adv rate mol/h	2421	0.019	0	6.18e-6	2421
Adv rate kg/h	75.1	5.82e-4	0	1.91e-7	75.1
Reaction %	0.069	1.49e-3	1.27e-4	2.73e-6	
Advection %	99.9	7.74e-4	0	2.55e-7	

Figura 103b. Óxido de Azoto - Distrito de Évora, concelho de Vendas Novas.

## Distrito de Faro – Concelho de Loulé – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 802 t/ano = 802 000 kg/ano = 2197,260 kg/dia = 91,553 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	1.56e-5	8.62e-5	1.32e-5	
Bulk VZ	4.03e+10	3.13e+6	1.55e+6	6588	4.03e+10
Emission mol/h	2952	0	0	0	2952
Emission kg/h	91.6	0	0	0	91.6
Fugacity Pa	7.31e-6	7.31e-6	2.52e-6	5.71e-5	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.95e-9	1.14e-10	2.17e-10	7.53e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	9.15e-8	3.54e-9	6.73e-9	2.33e-8	
Conc ug/g	7.72e-5	3.54e-9	4.49e-9	1.82e-8	
Amount mol	2.95e+5	22.9	3.909	0.376	2.95e+5
Amount kg	9149	0.709	0.121	0.012	9150
Amount %	100.0	7.75e-3	1.32e-3	1.28e-4	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	6016	1494	1.409	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	3125	0	0.132	
Rct rate mol/h	2.045	0.044	3.76e-3	8.05e-5	2.092
Rct rate kg/h	0.063	1.36e-3	1.17e-4	2.50e-6	0
Adv rate mol/h	2950	0.023	0	7.53e-6	2950
Adv rate kg/h	91.5	7.09e-4	0	2.33e-7	91.5
Reaction %	0.069	1.49e-3	1.27e-4	2.73e-6	
Advection %	99.9	7.74e-4	0	2.55e-7	

**Figura 104b.** Óxido de Azoto - Distrito de Faro, concelho de Loulé.

## Óxido Nitroso

### Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 98,3 t/ano = 98300 kg/ano = 269,32 kg/dia = 11,22 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.57e-4	1.64e-4	2.11e-4	
Bulk VZ	4.03e+10	5.15e+7	2.95e+6	1.05e+5	4.04e+10
Emission mol/h	255	0	0	0	255
Emission kg/h	11.2	0	0	0	11.2
Fugacity Pa	6.31e-7	6.31e-7	1.99e-8	4.93e-6	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.55e-10	1.63e-10	3.26e-12	1.04e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.12e-8	7.15e-9	1.43e-10	4.57e-8	
Conc ug/g	9.45e-6	7.15e-9	9.56e-11	3.57e-8	
Amount mol	25467	32.5	0.059	0.519	25500
Amount kg	1121	1.430	2.58e-3	0.023	1122
Amount %	99.9	0.127	2.30e-4	2.03e-3	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	99104	2836	22.5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	51482	0	2.106	
Rct rate mol/h	0.176	0.063	5.65e-5	1.11e-4	0.239
Rct rate kg/h	7.77e-3	2.75e-3	2.48e-6	4.88e-6	0
Adv rate mol/h	255	0.033	0	1.04e-5	255
Adv rate kg/h	11.2	1.43e-3	0	4.57e-7	11.2
Reaction %	0.069	0.025	2.21e-5	4.35e-5	
Advection %	99.9	0.013	0	4.07e-6	

Figura 105b. Óxido Nitroso - Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 32 t/ano = 32 000 kg/ano = 87,67 kg/dia = 3,65 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.57e-4	1.64e-4	2.11e-4	
Bulk VZ	4.03e+10	5.15e+7	2.95e+6	1.05e+5	4.04e+10
Emission mol/h	82.9	0	0	0	82.9
Emission kg/h	3.650	0	0	0	3.650
Fugacity Pa	2.05e-7	2.05e-7	6.47e-9	1.60e-6	
Conc mol/m³	8.28e-11	5.29e-11	1.06e-12	3.37e-10	
Conc g/m³	3.65e-9	2.33e-9	4.67e-11	1.49e-8	
Conc ug/g	3.08e-6	2.33e-9	3.11e-11	1.16e-8	
Amount mol	8285	10.6	0.019	0.169	8295
Amount kg	365	0.465	8.40e-4	7.43e-3	365
Amount %	99.9	0.127	2.30e-4	2.03e-3	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	99104	2836	22.5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	51482	0	2.106	
Rct rate mol/h	0.057	0.020	1.84e-5	3.61e-5	0.078
Rct rate kg/h	2.53e-3	8.96e-4	8.08e-7	1.59e-6	0
Adv rate mol/h	82.8	0.011	0	3.37e-6	82.9
Adv rate kg/h	3.646	4.65e-4	0	1.49e-7	3.647
Reaction %	0.069	0.025	2.21e-5	4.35e-5	
Advection %	99.9	0.013	0	4.07e-6	

Figura 106b. Óxido Nitroso - Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

### Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 322 t/ano = 322 000 kg/ano = 882,19 kg/dia = 36,76 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.57e-4	1.64e-4	2.11e-4	
Bulk VZ	4.03e+10	5.15e+7	2.95e+6	1.05e+5	4.04e+10
Emission mol/h	835	0	0	0	835
Emission kg/h	36.8	0	0	0	36.8
Fugacity Pa	2.07e-6	2.07e-6	6.52e-8	1.61e-5	
Conc mol/m³	8.34e-10	5.32e-10	1.07e-11	3.40e-9	
Conc g/m³	3.67e-8	2.34e-8	4.70e-10	1.50e-7	
Conc ug/g	3.10e-5	2.34e-8	3.13e-10	1.17e-7	
Amount mol	83437	106	0.192	1.699	83546
Amount kg	3672	4.686	8.46e-3	0.075	3677
Amount %	99.9	0.127	2.30e-4	2.03e-3	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	99104	2836	22.5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	51482	0	2.106	
Rct rate mol/h	0.578	0.205	1.85e-4	3.63e-4	0.784
Rct rate kg/h	0.025	9.02e-3	8.14e-6	1.60e-5	0
Adv rate mol/h	834	0.106	0	3.40e-5	834
Adv rate kg/h	36.7	4.69e-3	0	1.50e-6	36.7
Reaction %	0.069	0.025	2.21e-5	4.35e-5	
Advection %	99.9	0.013	0	4.07e-6	

Figura 107b. Óxido Nitroso - Distrito de Setúbal, concelho de Barreiro.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Santiago do Cacém – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 10,8 t/ano = 10800 kg/ano = 29,59 kg/dia = 1,23 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.57e-4	1.64e-4	2.11e-4	
Bulk VZ	4.03e+10	5.15e+7	2.95e+6	1.05e+5	4.04e+10
Emission mol/h	27.9	0	0	0	27.9
Emission kg/h	1.230	0	0	0	1.230
Fugacity Pa	6.92e-8	6.92e-8	2.18e-9	5.40e-7	
Conc mol/m³	2.79e-11	1.78e-11	3.57e-13	1.14e-10	
Conc g/m³	1.23e-9	7.84e-11	1.57e-11	5.00e-9	
Conc ug/g	1.04e-6	7.84e-11	1.05e-11	3.91e-9	
Amount mol	2792	3.563	6.43e-3	0.057	2795
Amount kg	123	0.157	2.83e-4	2.50e-3	123
Amount %	99.9	0.127	2.30e-4	2.03e-3	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	99104	2836	22.5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	51482	0	2.106	
Rct rate mol/h	0.019	6.86e-3	6.19e-6	1.22e-5	0.026
Rct rate kg/h	8.51e-4	3.02e-4	2.72e-7	5.35e-7	0
Adv rate mol/h	27.9	3.56e-3	0	1.14e-6	27.9
Adv rate kg/h	1.229	1.57e-4	0	5.00e-8	1.229
Reaction %	0.069	0.025	2.21e-5	4.35e-5	
Advection %	99.9	0.013	0	4.07e-6	

Figura 108b. Óxido Nitroso - Distrito de Setúbal, concelho de Santiago do Cacém.

## Distrito de Évora – Concelho de Vendas Novas – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 10,2 t/ano = 10200 kg/ano = 27,95 kg/dia = 1,16 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m³	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m³	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.57e-4	1.64e-4	2.11e-4	
Bulk VZ	4.03e+10	5.15e+7	2.95e+6	1.05e+5	4.04e+10
Emission mol/h	26.4	0	0	0	26.4
Emission kg/h	1.160	0	0	0	1.160
Fugacity Pa	6.53e-8	6.53e-8	2.06e-9	5.09e-7	
Conc mol/m³	2.63e-11	1.68e-11	3.37e-13	1.07e-10	
Conc g/m³	1.16e-9	7.39e-11	1.48e-11	4.72e-9	
Conc ug/g	9.78e-7	7.39e-11	9.88e-12	3.69e-9	
Amount mol	2633	3.360	6.06e-3	0.054	2636
Amount kg	116	0.148	2.67e-4	2.36e-3	116
Amount %	99.9	0.127	2.30e-4	2.03e-3	
Adv flow m³/h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	2.80e+5	99104	2836	22.5	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	51482	0	2.106	
Rct rate mol/h	0.018	6.47e-3	5.84e-6	1.15e-5	0.025
Rct rate kg/h	8.03e-4	2.85e-4	2.57e-7	5.05e-7	0
Adv rate mol/h	26.3	3.36e-3	0	1.07e-6	26.3
Adv rate kg/h	1.159	1.48e-4	0	4.72e-8	1.159
Reaction %	0.069	0.025	2.21e-5	4.35e-5	
Advection %	99.9	0.013	0	4.07e-6	

Figura 109b. Óxido Nitroso - Distrito de Évora, concelho de Vendas Novas.

## Pentaclorofenol

### Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas água e solo

Emissão água = 5,23 kg/ano = 0,14329 kg/dia =  $5,9703 \times 10^{-4}$  kg/h

Emissão solo = 0,2615 kg/ano =  $7,1644 \times 10^{-4}$  kg/dia =  $2,9852 \times 10^{-5}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.04e-4	13.6	13988	11198	
Bulk VZ	4.04e+10	2.72e+12	2.52e+14	5.60e+12	2.60e+14
Emission mol/h	0	2.24e-3	1.12e-4	0	2.35e-3
Emission kg/h	0	5.97e-4	2.99e-5	0	6.27e-4
Fugacity Pa	7.90e-14	7.96e-14	1.29e-14	6.22e-13	
Conc mol/m <sup>3</sup>	3.19e-17	1.08e-12	1.80e-10	6.96e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	8.50e-15	2.88e-10	4.79e-8	1.85e-6	
Conc ug/g	7.17e-12	2.88e-10	3.19e-8	1.45e-6	
Amount mol	3.19e-3	0.217	3.238	3.481	6.939
Amount kg	8.50e-4	0.058	0.862	0.927	1.848
Amount %	0.046	3.122	46.7	50.2	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	5.09e+7	3.43e+9	1.03e+11	7.05e+8	
D adv mol/Pa.h	4.04e+8	2.72e+9	0	1.12e+8	
Rct rate mol/h	4.02e-6	2.73e-4	1.32e-3	4.39e-4	2.04e-3
Rct rate kg/h	1.07e-6	7.27e-5	3.52e-4	1.17e-4	0
Adv rate mol/h	3.19e-5	2.17e-4	0	6.96e-5	3.18e-4
Adv rate kg/h	8.50e-6	5.77e-5	0	1.85e-5	8.47e-5
Reaction %	0.171	11.6	56.1	18.6	
Advection %	1.355	9.203	0	2.958	

**Figura 110b.** Pentaclorofenol – Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

## Simazina

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas água e solo**

Emissão água = 1,41 kg/ano = 0,003863 kg/dia =  $1,6096 \times 10^{-4}$  kg/h

Emissão solo = 0,0705 kg/ano =  $1,9315 \times 10^{-4}$  kg/dia =  $8,0479 \times 10^{-5}$  kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.63e-4	2917	5218	5808	
Bulk VZ	4.63e+10	5.83e+14	9.39e+13	2.90e+12	6.80e+14
Emission mol/h	0	7.98e-4	3.99e-5	0	8.38e-4
Emission kg/h	0	1.61e-4	8.05e-6	0	1.69e-4
Fugacity Pa	2.54e-16	6.30e-16	1.26e-16	4.92e-15	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.17e-19	1.84e-12	6.58e-13	2.86e-11	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.37e-17	3.71e-10	1.33e-10	5.77e-9	
Conc ug/g	2.00e-14	3.71e-10	8.85e-11	4.51e-9	
Amount mol	1.17e-5	0.368	0.012	0.014	0.394
Amount kg	2.37e-6	0.074	2.39e-3	2.88e-3	0.079
Amount %	2.98e-3	93.4	3.009	3.632	
Adv flow m <sup>2</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	5.84e+8	7.35e+11	3.83e+10	3.66e+8	
D adv mol/Pa.h	4.63e+8	5.83e+11	0	5.81e+7	
Rct rate mol/h	1.48e-7	4.63e-4	4.83e-6	1.80e-6	4.70e-4
Rct rate kg/h	2.99e-8	9.34e-5	9.74e-7	3.63e-7	0
Adv rate mol/h	1.17e-7	3.68e-4	0	2.86e-7	3.68e-4
Adv rate kg/h	2.37e-8	7.41e-5	0	5.77e-8	7.42e-5
Reaction %	0.018	55.3	0.576	0.215	
Advection %	0.014	43.9	0	0.034	

**Figura 111b.** Simazina – Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

## Triclorobenzeno

### Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 25 kg/ano = 0,068493 kg/dia = 0,0028539 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	4.17e-3	0.513	0.413	
Bulk VZ	4.03e+10	8.34e+8	9.24e+9	2.06e+8	5.06e+10
Emission mol/h	0.016	0	0	0	0.016
Emission kg/h	2.85e-3	0	0	0	2.85e-3
Fugacity Pa	3.42e-11	3.42e-11	1.47e-10	2.67e-10	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.38e-14	1.43e-13	7.54e-11	1.10e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	2.50e-12	2.59e-11	1.37e-8	2.00e-8	
Conc ug/g	2.11e-9	2.59e-11	9.12e-9	1.57e-8	
Amount mol	1.378	0.029	1.357	0.055	2.818
Amount kg	0.250	5.18e-3	0.246	0.010	0.511
Amount %	48.9	1.012	48.1	1.959	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	5.08e+7	3.40e+5	1.16e+6	8417	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	8.34e+5	0	4129	
Rct rate mol/h	1.74e-3	1.16e-5	1.71e-4	2.25e-6	1.92e-3
Rct rate kg/h	3.15e-4	2.11e-6	3.10e-5	4.08e-7	0
Adv rate mol/h	0.014	2.85e-5	0	1.10e-6	0.014
Adv rate kg/h	2.50e-3	5.18e-6	0	2.00e-7	2.51e-3
Reaction %	11.0	0.074	1.087	0.014	
Advection %	87.6	0.181	0	7.02e-3	

**Figura 112b.** Triclorobenzeno – Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

## Triclorometano

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar**

Emissão ar = 4,52 t/ano = 4520 kg/ano = 12,3836 kg/dia = 0,51598 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	4.03e-4	2.62e-3	3.27e-3	4.02e-3	
Bulk VZ	4.03e+10	5.23e+8	5.88e+7	2.01e+6	4.09e+10
Emission mol/h	4.322	0	0	0	4.322
Emission kg/h	0.516	0	0	0	0.516
Fugacity Pa	1.03e-8	1.03e-8	2.07e-10	8.03e-8	
Conc mol/m <sup>3</sup>	4.15e-12	2.69e-11	6.77e-13	3.23e-10	
Conc g/m <sup>3</sup>	4.95e-10	3.21e-9	8.08e-11	3.85e-8	
Conc ug/g	4.17e-7	3.21e-9	5.39e-11	3.01e-8	
Amount mol	415	5.380	0.012	0.161	420
Amount kg	49.5	0.642	1.45e-3	0.019	50.2
Amount %	98.7	1.280	2.90e-3	0.038	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	1.64e+7	2.13e+5	7415	81.9	
D adv mol/Pa.h	4.03e+8	5.23e+5	0	40.2	
Rct rate mol/h	0.169	2.19e-3	1.54e-6	6.57e-6	0.171
Rct rate kg/h	0.020	2.62e-4	1.83e-7	7.85e-7	0
Adv rate mol/h	4.146	5.38e-3	0	3.23e-6	4.151
Adv rate kg/h	0.495	6.42e-4	0	3.85e-7	0.496
Reaction %	3.910	0.051	3.55e-5	1.52e-4	
Advection %	95.9	0.124	0	7.46e-5	

**Figura 113b.** Triclorometano – Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

## Zinco

### **Distrito de Setúbal – Concelho de Sines – emissões utilizadas ar, água e solo**

Emissão ar = 3516 kg/ano = 9,633 kg/dia = 0,401 kg/h

Emissão água = 679 kg/ano = 1,860 kg/dia = 0,0775 kg/h

Emissão solo = 33,95 kg/ano = 0,0930 kg/dia = 0,00388 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	5.67e+8	1.66e+23	5.05e+22	1.34e+23	
Bulk VZ	5.67e+22	3.33e+34	9.08e+32	6.68e+31	3.42e+34
Emission mol/h	5.949	1.150	0.058	0	7.156
Emission kg/h	0.401	0.078	3.88e-3	0	0.482
Fugacity Pa	1.62e-31	7.34e-32	1.46e-36	5.68e-31	
Conc mol/m <sup>3</sup>	9.18e-23	1.22e-8	7.38e-14	7.59e-8	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.18e-21	8.24e-7	4.98e-12	5.12e-6	
Conc ug/g	5.22e-18	8.24e-7	3.32e-12	4.00e-6	
Amount mol	9.18e-9	2443	1.33e-3	38.0	2481
Amount kg	6.18e-10	165	8.96e-5	2.559	167
Amount %	3.70e-10	98.5	5.36e-5	1.530	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.93e+17	6.41e+31	8.74e+29	1.43e+28	
D adv mol/Pa.h	5.67e+20	3.33e+31	0	1.34e+27	
Rct rate mol/h	6.36e-14	4.704	1.28e-6	8.12e-3	4.712
Rct rate kg/h	4.29e-15	0.317	8.62e-8	5.47e-4	0
Adv rate mol/h	9.18e-11	2.443	0	7.59e-4	2.444
Adv rate kg/h	6.18e-12	0.165	0	5.12e-5	0.165
Reaction %	8.89e-13	65.7	1.79e-5	0.113	
Advection %	1.28e-9	34.1	0	0.011	

**Figura 114b.** Zinco – Distrito de Setúbal, concelho de Sines.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Setúbal – emissões utilizadas ar, água e solo**

Emissão ar = 1050 kg/ano = 2,88 kg/dia = 0,120 kg/h

Emissão água = 798 kg/ano = 2,19 kg/dia = 0,0911 kg/h

Emissão solo = 39,9 kg/ano = 0,109 kg/dia = 0,00455 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	5.67e+8	1.66e+23	5.05e+22	1.34e+23	
Bulk VZ	5.67e+22	3.33e+34	9.08e+32	6.68e+31	3.42e+34
Emission mol/h	1.780	1.351	0.067	0	3.199
Emission kg/h	0.120	0.091	4.55e-3	0	0.216
Fugacity Pa	4.84e-32	3.28e-32	4.51e-37	2.54e-31	
Conc mol/m <sup>3</sup>	2.75e-23	5.46e-9	2.28e-14	3.39e-8	
Conc g/m <sup>3</sup>	1.85e-21	3.68e-7	1.54e-12	2.29e-6	
Conc ug/g	1.56e-18	3.68e-7	1.02e-12	1.79e-6	
Amount mol	2.75e-9	1092	4.10e-4	17.0	1109
Amount kg	1.85e-10	73.6	2.76e-5	1.144	74.8
Amount %	2.48e-10	98.5	3.70e-5	1.530	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.93e+17	6.41e+31	8.74e+29	1.43e+28	
D adv mol/Pa.h	5.67e+20	3.33e+31	0	1.34e+27	
Rct rate mol/h	1.90e-14	2.103	3.95e-7	3.63e-3	2.106
Rct rate kg/h	1.28e-15	0.142	2.66e-8	2.45e-4	0
Adv rate mol/h	2.75e-11	1.092	0	3.39e-4	1.093
Adv rate kg/h	1.85e-12	0.074	0	2.29e-5	0.074
Reaction %	5.95e-13	65.7	1.23e-5	0.113	
Advection %	8.58e-10	34.1	0	0.011	

**Figura 115b.** Zinco – Distrito de Setúbal, concelho de Setúbal.

## Distrito de Setúbal – Concelho de Seixal – emissões utilizadas ar

Emissão ar = 31,5 t/ano = 31500 kg/ano = 86,301 kg/dia = 3,59 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	5.67e+8	1.66e+23	5.05e+22	1.34e+23	
Bulk VZ	5.67e+22	3.33e+34	9.08e+32	6.68e+31	3.42e+34
Emission mol/h	53.3	0	0	0	53.3
Emission kg/h	3.590	0	0	0	3.590
Fugacity Pa	1.45e-30	5.47e-31	1.30e-35	4.23e-30	
Conc mol/m <sup>3</sup>	8.21e-22	9.09e-8	6.54e-13	5.65e-7	
Conc g/m <sup>3</sup>	5.54e-20	6.13e-6	4.41e-11	3.81e-5	
Conc ug/g	4.67e-17	6.13e-6	2.94e-11	2.98e-5	
Amount mol	8.21e-8	18185	0.012	282	18467
Amount kg	5.54e-9	1226	7.94e-4	19.0	1245
Amount %	4.45e-10	98.5	6.37e-5	1.530	
Adv flow m <sup>2</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.93e+17	6.41e+31	8.74e+29	1.43e+28	
D adv mol/Pa.h	5.67e+20	3.33e+31	0	1.34e+27	
Rct rate mol/h	5.69e-13	35.0	1.13e-5	0.060	35.1
Rct rate kg/h	3.84e-14	2.360	7.64e-7	4.07e-3	0
Adv rate mol/h	8.21e-10	18.2	0	5.65e-3	18.2
Adv rate kg/h	5.54e-11	1.226	0	3.81e-4	1.226
Reaction %	1.07e-12	65.7	2.13e-5	0.113	
Advection %	1.54e-9	34.1	0	0.011	

**Figura 116b.** Zinco – Distrito de Setúbal, concelho de Seixal.

**Distrito de Setúbal – Concelho de Barreiro – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 1,07 t/ano = 1070 kg/ano = 2,93 kg/dia = 0,122 kg/h

Emissão solo = 0,0535 t/ano = 53,5 kg/ano = 0,147 kg/dia = 0,00611 kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	5.67e+8	1.66e+23	5.05e+22	1.34e+23	
Bulk VZ	5.67e+22	3.33e+34	9.08e+32	6.68e+31	3.42e+34
Emission mol/h	0	1.810	0.091	0	1.900
Emission kg/h	0	0.122	6.11e-3	0	0.128
Fugacity Pa	1.28e-47	1.95e-32	2.45e-38	1.51e-31	
Conc mol/m <sup>3</sup>	7.28e-39	3.24e-9	1.24e-15	2.02e-8	
Conc g/m <sup>3</sup>	4.91e-37	2.19e-7	8.34e-14	1.36e-6	
Conc ug/g	4.14e-34	2.19e-7	5.56e-14	1.06e-6	
Amount mol	7.28e-25	649	2.23e-5	10.1	659
Amount kg	4.91e-26	43.7	1.50e-6	0.680	44.4
Amount %	1.10e-25	98.5	3.38e-6	1.530	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.93e+17	6.41e+31	8.74e+29	1.43e+28	
D adv mol/Pa.h	5.67e+20	3.33e+31	0	1.34e+27	
Rct rate mol/h	5.05e-30	1.249	2.14e-8	2.16e-3	1.251
Rct rate kg/h	3.40e-31	0.084	1.44e-9	1.45e-4	0
Adv rate mol/h	7.28e-27	0.649	0	2.02e-4	0.649
Adv rate kg/h	4.91e-28	0.044	0	1.36e-5	0.044
Reaction %	2.65e-28	65.7	1.13e-6	0.113	
Advection %	3.83e-25	34.1	0	0.011	

**Figura 117b.** Zinco – Distrito de Setúbal, concelho de Barreiro.

**Distrito de Évora – Concelho de Vendas Novas – emissões utilizadas água e solo.**

Emissão água = 151 kg/ano = 0,414 kg/dia = 0,0172 kg/h

Emissão solo = 7,55 kg/ano = 0,0207 kg/dia = 8,62 x 10<sup>-4</sup> kg/h

Phase	Air	Water	Soil	Sediment	Total
Bulk vol m <sup>3</sup>	1.00e+14	2.00e+11	1.80e+10	5.00e+8	
Density kg/m <sup>3</sup>	1.185	1000	1500	1280	
Bulk Z value	5.67e+8	1.66e+23	5.05e+22	1.34e+23	
Bulk VZ	5.67e+22	3.33e+34	9.08e+32	6.68e+31	3.42e+34
Emission mol/h	0	0.255	0.013	0	0.268
Emission kg/h	0	0.017	8.62e-4	0	0.018
Fugacity Pa	1.81e-48	2.75e-33	3.46e-39	2.13e-32	
Conc mol/m <sup>3</sup>	1.03e-39	4.57e-10	1.74e-16	2.84e-9	
Conc g/m <sup>3</sup>	6.92e-38	3.08e-8	1.18e-14	1.92e-7	
Conc ug/g	5.84e-35	3.08e-8	7.84e-15	1.50e-7	
Amount mol	1.03e-25	91.5	3.14e-6	1.421	92.9
Amount kg	6.92e-27	6.167	2.12e-7	0.096	6.263
Amount %	1.10e-25	98.5	3.38e-6	1.530	
Adv flow m <sup>3</sup> /h	1.00e+12	2.00e+8	0	10000	
D rct mol/Pa.h	3.93e+17	6.41e+31	8.74e+29	1.43e+28	
D adv mol/Pa.h	5.67e+20	3.33e+31	0	1.34e+27	
Rct rate mol/h	7.11e-31	0.176	3.02e-9	3.04e-4	0.176
Rct rate kg/h	4.80e-32	0.012	2.04e-10	2.05e-5	0
Adv rate mol/h	1.03e-27	0.091	0	2.84e-5	0.092
Adv rate kg/h	6.92e-29	6.17e-3	0	1.92e-6	6.17e-3
Reaction %	2.65e-28	65.7	1.13e-6	0.113	
Advection %	3.83e-25	34.1	0	0.011	

**Figura 118b.** Zinco – Distrito de Évora, concelho de Vendas Novas.



## ANEXO C

**Tabela 1c.** Resultado das concentrações ambientais - Amónia

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar		inalação	Água		Água	ingestão		contacto dérmico
Amónia	Setúbal	Setúbal	9,92 x 10 <sup>-18</sup>	1.98 x 10 <sup>-18</sup>	9,73 x 10 <sup>-04</sup>	9,73 x 10 <sup>-10</sup>	2.09 x 10 <sup>-08</sup>	7.33 x 10 <sup>-10</sup>	4,62 x 10 <sup>-15</sup>	4.29 x 10 <sup>-18</sup>	3.46 x 10 <sup>-16</sup>
		Barreiro	1,13 x 10 <sup>-17</sup>	2.26 x 10 <sup>-18</sup>	1,11 x 10 <sup>-03</sup>	1,11 x 10 <sup>-09</sup>	2.38 x 10 <sup>-08</sup>	8.36 x 10 <sup>-10</sup>	5,27 x 10 <sup>-15</sup>	4.89 x 10 <sup>-18</sup>	3.95 x 10 <sup>-16</sup>
		Palmela	4,48 x 10 <sup>-19</sup>	8.96 x 10 <sup>-20</sup>	4,39 x 10 <sup>-05</sup>	4,39 x 10 <sup>-11</sup>	9.41 x 10 <sup>-10</sup>	3.31 x 10 <sup>-11</sup>	2,09 x 10 <sup>-16</sup>	1.94 x 10 <sup>-19</sup>	1.56 x 10 <sup>-17</sup>
		Santiago do Cacém	3,35 x 10 <sup>-18</sup>	6.71 x 10 <sup>-19</sup>	3,29 x 10 <sup>-04</sup>	3,29 x 10 <sup>-10</sup>	7.05 x 10 <sup>-09</sup>	2.48 x 10 <sup>-10</sup>	1,56 x 10 <sup>-15</sup>	1.45 x 10 <sup>-18</sup>	1.17 x 10 <sup>-16</sup>
		Montijo	4,26 x 10 <sup>-18</sup>	8.53 x 10 <sup>-19</sup>	4,18 x 10 <sup>-04</sup>	4,18 x 10 <sup>-10</sup>	8.95 x 10 <sup>-09</sup>	3.14 x 10 <sup>-10</sup>	1,99 x 10 <sup>-15</sup>	1.85 x 10 <sup>-18</sup>	1.49 x 10 <sup>-16</sup>
		Alcácer do Sal	2,19 x 10 <sup>-19</sup>	4.37 x 10 <sup>-20</sup>	2,14 x 10 <sup>-05</sup>	2,14 x 10 <sup>-11</sup>	4.59 x 10 <sup>-10</sup>	1.61 x 10 <sup>-11</sup>	1,01 x 10 <sup>-16</sup>	9.42 x 10 <sup>-20</sup>	7.61 x 10 <sup>-18</sup>
		Moita	6,92 x 10 <sup>-18</sup>	1.38 x 10 <sup>-18</sup>	6,79 x 10 <sup>-04</sup>	6,79 x 10 <sup>-10</sup>	1.46 x 10 <sup>-08</sup>	5.11 x 10 <sup>-10</sup>	3,22 x 10 <sup>-15</sup>	2.99 x 10 <sup>-18</sup>	2.41 x 10 <sup>-16</sup>
	Sesimbra	2,48 x 10 <sup>-18</sup>	4.96 x 10 <sup>-19</sup>	2,43 x 10 <sup>-04</sup>	2,43 x 10 <sup>-10</sup>	5.21 x 10 <sup>-09</sup>	1.83 x 10 <sup>-10</sup>	1,16 x 10 <sup>-15</sup>	1.07 x 10 <sup>-18</sup>	8.67 x 10 <sup>-17</sup>	
Portalegre	Ponte de Sôr	6,11 x 10 <sup>-19</sup>	1.22 x 10 <sup>-19</sup>	5,99 x 10 <sup>-05</sup>	5,99 x 10 <sup>-11</sup>	1.28 x 10 <sup>-09</sup>	4.51 x 10 <sup>-11</sup>	2,84 x 10 <sup>-16</sup>	2.64 x 10 <sup>-19</sup>	2.13 x 10 <sup>-17</sup>	

Beja	Cuba	$3,88 \times 10^{-18}$	$7,77 \times 10^{-19}$	$3,78 \times 10^{-04}$	$3,78 \times 10^{-10}$	$8,10 \times 10^{-09}$	$2,85 \times 10^{-10}$	$1,80 \times 10^{-15}$	$1,67 \times 10^{-18}$	$1,35 \times 10^{-16}$
	Moura	$3,06 \times 10^{-19}$	$6,12 \times 10^{-20}$	$3,00 \times 10^{-05}$	$3,00 \times 10^{-11}$	$6,42 \times 10^{-10}$	$2,26 \times 10^{-11}$	$1,43 \times 10^{-16}$	$1,33 \times 10^{-19}$	$1,07 \times 10^{-17}$
	Castro Verde	$1,57 \times 10^{-18}$	$3,14 \times 10^{-19}$	$1,54 \times 10^{-04}$	$1,54 \times 10^{-10}$	$3,30 \times 10^{-09}$	$1,16 \times 10^{-10}$	$7,32 \times 10^{-16}$	$6,80 \times 10^{-19}$	$5,49 \times 10^{-17}$
	Ferreira do Alentejo	$1,23 \times 10^{-18}$	$2,45 \times 10^{-19}$	$1,20 \times 10^{-04}$	$1,20 \times 10^{-10}$	$2,57 \times 10^{-09}$	$9,02 \times 10^{-11}$	$5,71 \times 10^{-16}$	$5,30 \times 10^{-19}$	$4,28 \times 10^{-17}$
Évora	Évora	$2,26 \times 10^{-19}$	$4,53 \times 10^{-20}$	$2,22 \times 10^{-05}$	$2,22 \times 10^{-11}$	$4,75 \times 10^{-10}$	$1,67 \times 10^{-11}$	$1,06 \times 10^{-16}$	$9,81 \times 10^{-20}$	$7,92 \times 10^{-18}$
	Montemor-o-Novo	$3,65 \times 10^{-18}$	$7,29 \times 10^{-19}$	$3,57 \times 10^{-04}$	$3,57 \times 10^{-10}$	$7,66 \times 10^{-09}$	$2,69 \times 10^{-10}$	$1,70 \times 10^{-15}$	$1,58 \times 10^{-18}$	$1,27 \times 10^{-16}$
	Vendas Novas	$8,53 \times 10^{-18}$	$1,71 \times 10^{-18}$	$8,37 \times 10^{-04}$	$8,37 \times 10^{-10}$	$1,79 \times 10^{-08}$	$6,31 \times 10^{-10}$	$3,97 \times 10^{-15}$	$3,69 \times 10^{-18}$	$2,98 \times 10^{-16}$
	Mora	$1,69 \times 10^{-18}$	$3,38 \times 10^{-19}$	$1,65 \times 10^{-04}$	$1,65 \times 10^{-10}$	$3,54 \times 10^{-09}$	$1,24 \times 10^{-10}$	$7,85 \times 10^{-16}$	$7,29 \times 10^{-19}$	$5,88 \times 10^{-17}$
	Arraiolos	$2,28 \times 10^{-18}$	$4,57 \times 10^{-19}$	$2,24 \times 10^{-04}$	$2,24 \times 10^{-10}$	$4,80 \times 10^{-09}$	$1,69 \times 10^{-10}$	$1,06 \times 10^{-15}$	$9,87 \times 10^{-19}$	$7,98 \times 10^{-17}$
	Estremoz	$2,70 \times 10^{-18}$	$5,40 \times 10^{-19}$	$2,64 \times 10^{-04}$	$3,11 \times 10^{-10}$	$5,66 \times 10^{-09}$	$2,34 \times 10^{-10}$	$1,26 \times 10^{-15}$	$1,17 \times 10^{-18}$	$9,46 \times 10^{-17}$
Faro	Loulé	$3,18 \times 10^{-19}$	$6,37 \times 10^{-20}$	$3,12 \times 10^{-05}$	$3,12 \times 10^{-11}$	$6,69 \times 10^{-10}$	$2,35 \times 10^{-11}$	$1,48 \times 10^{-16}$	$1,38 \times 10^{-19}$	$1,11 \times 10^{-17}$

**Tabela 2c.** Resultado das concentrações ambientais - Arsénio

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Arsénio	Setúbal	Sines	3,11 x 10 <sup>-10</sup>	6.22 x 10 <sup>-11</sup>	2,26 x 10 <sup>-10</sup>	2,26 x 10 <sup>-16</sup>	4.84 x 10 <sup>-15</sup>	1.70 x 10 <sup>-16</sup>	2,87 x 10 <sup>-18</sup>	2.66 x 10 <sup>-21</sup>	2.15 x 10 <sup>-19</sup>
		Setúbal	1,26 x 10 <sup>-09</sup>	2.53 x 10 <sup>-10</sup>	9,17 x 10 <sup>-10</sup>	9,17 x 10 <sup>-16</sup>	1.97 x 10 <sup>-14</sup>	6.91 x 10 <sup>-16</sup>	1,20 x 10 <sup>-17</sup>	1.11 x 10 <sup>-20</sup>	9.00 x 10 <sup>-19</sup>
		Barreiro	1,89 x 10 <sup>-09</sup>	3.79 x 10 <sup>-10</sup>	1,38 x 10 <sup>-09</sup>	1,38 x 10 <sup>-15</sup>	2.96 x 10 <sup>-14</sup>	1.04 x 10 <sup>-15</sup>	1,75 x 10 <sup>-17</sup>	1.63 x 10 <sup>-20</sup>	1.32 x 10 <sup>-18</sup>
		Seixal	4,41 x 10 <sup>-10</sup>	8.83 x 10 <sup>-11</sup>	3,20 x 10 <sup>-10</sup>	3,20 x 10 <sup>-16</sup>	6.87 x 10 <sup>-15</sup>	2.41 x 10 <sup>-16</sup>	3,99 x 10 <sup>-18</sup>	3.71 x 10 <sup>-21</sup>	3.00 x 10 <sup>-19</sup>
	Beja	Castro Verde	5,53 x 10 <sup>-11</sup>	1.11 x 10 <sup>-11</sup>	4,02 x 10 <sup>-11</sup>	4,02 x 10 <sup>-17</sup>	8.60 x 10 <sup>-16</sup>	3.02 x 10 <sup>-17</sup>	5,43 x 10 <sup>-19</sup>	5.04 x 10 <sup>-22</sup>	4.07 x 10 <sup>-20</sup>

**Tabela 3c.** Resultado das concentrações ambientais - Azoto

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Azoto	Setúbal	Sines	9,98 x 10 <sup>-05</sup>	2.00 x 10 <sup>-05</sup>	1,43 x 10 <sup>-10</sup>	1,43 x 10 <sup>-15</sup>	3.06 x 10 <sup>-15</sup>	1.08 x 10 <sup>-15</sup>	1,47 x 10 <sup>-11</sup>	1.36 x 10 <sup>-14</sup>	1.10 x 10 <sup>-12</sup>
		Setúbal	2,10 x 10 <sup>-07</sup>	4.20 x 10 <sup>-08</sup>	3,01 x 10 <sup>-12</sup>	3,01 x 10 <sup>-18</sup>	6.46 x 10 <sup>-17</sup>	2.27 x 10 <sup>-18</sup>	3,10 x 10 <sup>-14</sup>	2.88 x 10 <sup>-17</sup>	2.32 x 10 <sup>-15</sup>
		Barreiro	1,27 x 10 <sup>-05</sup>	2.53 x 10 <sup>-06</sup>	1,82 x 10 <sup>-10</sup>	1,82 x 10 <sup>-16</sup>	3.90 x 10 <sup>-15</sup>	1.37 x 10 <sup>-16</sup>	1,87 x 10 <sup>-12</sup>	1.74 x 10 <sup>-15</sup>	1.40 x 10 <sup>-13</sup>
	Faro	Portimão	1,78 x 10 <sup>-06</sup>	3.56 x 10 <sup>-07</sup>	2,55 x 10 <sup>-11</sup>	2,55 x 10 <sup>-17</sup>	5.47 x 10 <sup>-16</sup>	1.92 x 10 <sup>-17</sup>	2,63 x 10 <sup>-13</sup>	2.44 x 10 <sup>-16</sup>	1.97 x 10 <sup>-14</sup>
		Lagos	4,98 x 10 <sup>-07</sup>	9.97 x 10 <sup>-08</sup>	7,15 x 10 <sup>-12</sup>	7,15 x 10 <sup>-18</sup>	1.53 x 10 <sup>-16</sup>	5.39 x 10 <sup>-18</sup>	7,35 x 10 <sup>-14</sup>	6.83 x 10 <sup>-17</sup>	5.51 x 10 <sup>-15</sup>
		Albufeira	2,81 x 10 <sup>-07</sup>	5.63 x 10 <sup>-08</sup>	4,03 x 10 <sup>-12</sup>	4,03 x 10 <sup>-18</sup>	8.64 x 10 <sup>-17</sup>	3.04 x 10 <sup>-18</sup>	4,15 x 10 <sup>-14</sup>	3.85 x 10 <sup>-17</sup>	3.11 x 10 <sup>-15</sup>

**Tabela 4c.** Resultado das concentrações ambientais - Benzeno

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Benzeno	Setúbal	Setúbal	7,75 x 10 <sup>-09</sup>	1.55 x 10 <sup>-09</sup>	3,44 x 10 <sup>-08</sup>	3,44 x 10 <sup>-14</sup>	7.37 x 10 <sup>-13</sup>	2.59 x 10 <sup>-14</sup>	2,14 x 10 <sup>-15</sup>	1.99 x 10 <sup>-18</sup>	1.61 x 10 <sup>-16</sup>

**Tabela 5c.** Resultado das concentrações ambientais - Cádmio

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Cádmio	Setúbal	Sines	5,68 x 10 <sup>-19</sup>	1.14 x 10 <sup>-19</sup>	4,68 x 10 <sup>-06</sup>	4,68 x 10 <sup>-12</sup>	1.00 x 10 <sup>-10</sup>	3.52 x 10 <sup>-12</sup>	2,26 x 10 <sup>-17</sup>	2.10 x 10 <sup>-20</sup>	1.70 x 10 <sup>-18</sup>
		Setúbal	1,66 x 10 <sup>-19</sup>	3.33 x 10 <sup>-20</sup>	1,70 x 10 <sup>-06</sup>	1,70 x 10 <sup>-12</sup>	3.63 x 10 <sup>-11</sup>	1.28 x 10 <sup>-12</sup>	6,73 x 10 <sup>-18</sup>	6.25 x 10 <sup>-21</sup>	5.04 x 10 <sup>-19</sup>
		Barreiro	2,23 x 10 <sup>-19</sup>	4.46 x 10 <sup>-20</sup>	4,16 x 10 <sup>-06</sup>	4,16 x 10 <sup>-12</sup>	8.92 x 10 <sup>-11</sup>	3.13 x 10 <sup>-12</sup>	9,50 x 10 <sup>-18</sup>	8.82 x 10 <sup>-21</sup>	7.13 x 10 <sup>-19</sup>
		Seixal	2,04 x 10 <sup>-19</sup>	4.09 x 10 <sup>-20</sup>	1,67 x 10 <sup>-06</sup>	1,67 x 10 <sup>-12</sup>	3.57 x 10 <sup>-11</sup>	1.26 x 10 <sup>-12</sup>	8,15 x 10 <sup>-18</sup>	7.57 x 10 <sup>-21</sup>	6.11 x 10 <sup>-19</sup>

**Tabela 6c.** Resultado das concentrações ambientais - Chumbo

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Chumbo	Setúbal	Sines	5,27 x 10 <sup>-19</sup>	1.05 x 10 <sup>-19</sup>	1,20 x 10 <sup>-05</sup>	1,20 x 10 <sup>-11</sup>	2.58 x 10 <sup>-10</sup>	9.05 x 10 <sup>-12</sup>	3,94 x 10 <sup>-17</sup>	3.66 x 10 <sup>-20</sup>	2.95 x 10 <sup>-18</sup>
		Seixal	7,52 x 10 <sup>-19</sup>	1.50 x 10 <sup>-19</sup>	1,67 x 10 <sup>-05</sup>	1,67 x 10 <sup>-11</sup>	3.57 x 10 <sup>-10</sup>	1.26 x 10 <sup>-11</sup>	5,62 x 10 <sup>-17</sup>	5.22 x 10 <sup>-20</sup>	4.22 x 10 <sup>-18</sup>
		Setúbal	2,89 x 10 <sup>-23</sup>	5.78 x 10 <sup>-24</sup>	1,72 x 10 <sup>-06</sup>	1,72 x 10 <sup>-12</sup>	3.68 x 10 <sup>-11</sup>	1.29 x 10 <sup>-12</sup>	3,09 x 10 <sup>-19</sup>	2.87 x 10 <sup>-22</sup>	2.32 x 10 <sup>-20</sup>
		Barreiro	2,12 x 10 <sup>-22</sup>	4.24 x 10 <sup>-23</sup>	1,26 x 10 <sup>-05</sup>	1,26 x 10 <sup>-11</sup>	2.70 x 10 <sup>-10</sup>	9.50 x 10 <sup>-12</sup>	2,27 x 10 <sup>-18</sup>	2.11 x 10 <sup>-21</sup>	1.70 x 10 <sup>-19</sup>

**Tabela 7c.** Resultado das concentrações ambientais - Cloretos

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Cloretos	Setúbal	Setúbal	2,03 x 10 <sup>-14</sup>	4.05 x 10 <sup>-15</sup>	7,10 x 10 <sup>-02</sup>	7,10 x 10 <sup>-08</sup>	1.52 x 10 <sup>-06</sup>	5.35 x 10 <sup>-08</sup>	8,65 x 10 <sup>-14</sup>	8.03 x 10 <sup>-17</sup>	6.49 x 10 <sup>-15</sup>
		Barreiro	1,29 x 10 <sup>-13</sup>	2.58 x 10 <sup>-14</sup>	4,52 x 10 <sup>-01</sup>	4,52 x 10 <sup>-07</sup>	9.68 x 10 <sup>-06</sup>	3.40 x 10 <sup>-07</sup>	5,51 x 10 <sup>-13</sup>	5.12 x 10 <sup>-16</sup>	4.13 x 10 <sup>-14</sup>
	Faro	Portimão	3,24 x 10 <sup>-14</sup>	6.48 x 10 <sup>-15</sup>	1,14 x 10 <sup>-01</sup>	1,14 x 10 <sup>-07</sup>	2.44 x 10 <sup>-06</sup>	8.56 x 10 <sup>-08</sup>	1,38 x 10 <sup>-13</sup>	1.28 x 10 <sup>-16</sup>	1.04 x 10 <sup>-14</sup>
		Lagos	1,58 x 10 <sup>-14</sup>	3.16 x 10 <sup>-15</sup>	5,55 x 10 <sup>-02</sup>	5,55 x 10 <sup>-08</sup>	1.19 x 10 <sup>-06</sup>	4.18 x 10 <sup>-08</sup>	6,73 x 10 <sup>-14</sup>	6.25 x 10 <sup>-17</sup>	5.05 x 10 <sup>-15</sup>

**Tabela 8c.** Resultado das concentrações ambientais – Cobre.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Cobre	Setúbal	Sines	$2,37 \times 10^{-27}$	$4,75 \times 10^{-28}$	$4,53 \times 10^{-06}$	$4,53 \times 10^{-12}$	$9,71 \times 10^{-11}$	$3,41 \times 10^{-12}$	$1,72 \times 10^{-17}$	$1,59 \times 10^{-20}$	$1,29 \times 10^{-18}$
		Setúbal	$9,48 \times 10^{-28}$	$1,90 \times 10^{-28}$	$2,35 \times 10^{-06}$	$2,35 \times 10^{-12}$	$5,04 \times 10^{-11}$	$1,77 \times 10^{-12}$	$7,00 \times 10^{-18}$	$6,50 \times 10^{-21}$	$5,25 \times 10^{-19}$
		Seixal	$1,39 \times 10^{-27}$	$2,77 \times 10^{-28}$	$2,07 \times 10^{-06}$	$2,07 \times 10^{-12}$	$4,43 \times 10^{-11}$	$1,56 \times 10^{-12}$	$9,91 \times 10^{-18}$	$9,20 \times 10^{-21}$	$7,43 \times 10^{-19}$
		Santiago do Cacém	$3,35 \times 10^{-75}$	$6,70 \times 10^{-76}$	$7,99 \times 10^{-08}$	$7,99 \times 10^{-14}$	$1,71 \times 10^{-12}$	$6,02 \times 10^{-14}$	$2,03 \times 10^{-20}$	$1,88 \times 10^{-23}$	$1,52 \times 10^{-21}$
		Moita	$5,18 \times 10^{-74}$	$1,04 \times 10^{-74}$	$1,24 \times 10^{-06}$	$1,24 \times 10^{-12}$	$2,66 \times 10^{-11}$	$9,35 \times 10^{-13}$	$3,13 \times 10^{-19}$	$2,91 \times 10^{-22}$	$2,35 \times 10^{-20}$
	Évora	Montemor-o-Novo	$2,81 \times 10^{-75}$	$5,62 \times 10^{-76}$	$6,72 \times 10^{-08}$	$6,72 \times 10^{-14}$	$1,44 \times 10^{-12}$	$5,06 \times 10^{-14}$	$1,70 \times 10^{-20}$	$1,58 \times 10^{-23}$	$1,27 \times 10^{-21}$
		Vendas Novas	$2,06 \times 10^{-74}$	$4,12 \times 10^{-75}$	$4,93 \times 10^{-07}$	$4,93 \times 10^{-13}$	$1,06 \times 10^{-11}$	$3,72 \times 10^{-13}$	$1,25 \times 10^{-19}$	$1,16 \times 10^{-22}$	$9,34 \times 10^{-21}$

**Tabela 9c.** Resultado das concentrações ambientais – Crómio.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Crómio	Setúbal	Sines	8,17 x 10 <sup>-35</sup>	1.63 x 10 <sup>-35</sup>	4,00 x 10 <sup>-06</sup>	4,00 x 10 <sup>-12</sup>	8.56 x 10 <sup>-11</sup>	3.01 x 10 <sup>-12</sup>	1,86 x 10 <sup>-17</sup>	1.73 x 10 <sup>-20</sup>	1.39 x 10 <sup>-18</sup>
		Setúbal	4,06 x 10 <sup>-35</sup>	8.12 x 10 <sup>-36</sup>	2,77 x 10 <sup>-06</sup>	2,77 x 10 <sup>-12</sup>	5.94 x 10 <sup>-11</sup>	2.09 x 10 <sup>-12</sup>	9,42 x 10 <sup>-18</sup>	8.75 x 10 <sup>-21</sup>	7.07 x 10 <sup>-19</sup>
		Barreiro	1,01 x 10 <sup>-34</sup>	2.01 x 10 <sup>-35</sup>	4,54 x 10 <sup>-06</sup>	4,54 x 10 <sup>-12</sup>	9.72 x 10 <sup>-11</sup>	3.42 x 10 <sup>-12</sup>	2,27 x 10 <sup>-17</sup>	2.11 x 10 <sup>-20</sup>	1.70 x 10 <sup>-18</sup>

**Tabela 10c.** Resultado das concentrações ambientais - Dióxido de Carbono.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Dióxido de Carbono	Setúbal	Sines	2,95 x 10 <sup>-02</sup>	5.90 x 10 <sup>-03</sup>	3,82 x 10 <sup>-04</sup>	3,82 x 10 <sup>-10</sup>	8.18 x 10 <sup>-09</sup>	2.88 x 10 <sup>-10</sup>	2,51 x 10 <sup>-09</sup>	2.33 x 10 <sup>-12</sup>	1.88 x 10 <sup>-10</sup>
		Setúbal	7,00 x 10 <sup>-03</sup>	1.40 x 10 <sup>-03</sup>	9,08 x 10 <sup>-05</sup>	9,08 x 10 <sup>-11</sup>	1.95 x 10 <sup>-09</sup>	6.84 x 10 <sup>-11</sup>	5,98 x 10 <sup>-10</sup>	5.55 x 10 <sup>-13</sup>	4.49 x 10 <sup>-11</sup>
		Barreiro	1,84 x 10 <sup>-02</sup>	3.67 x 10 <sup>-03</sup>	2,38 x 10 <sup>-04</sup>	2,38 x 10 <sup>-10</sup>	5.10 x 10 <sup>-09</sup>	1.79 x 10 <sup>-10</sup>	1,56 x 10 <sup>-09</sup>	1.45 x 10 <sup>-12</sup>	1.17 x 10 <sup>-10</sup>
		Seixal	7,77 x 10 <sup>-04</sup>	1.55 x 10 <sup>-04</sup>	1,01 x 10 <sup>-05</sup>	1,01 x 10 <sup>-11</sup>	2.16 x 10 <sup>-10</sup>	7.60 x 10 <sup>-12</sup>	6,65 x 10 <sup>-11</sup>	6.17 x 10 <sup>-14</sup>	4.98 x 10 <sup>-12</sup>
		Loulé	4,26 x 10 <sup>-04</sup>	8.52 x 10 <sup>-05</sup>	5,51 x 10 <sup>-06</sup>	5,51 x 10 <sup>-12</sup>	1.18 x 10 <sup>-10</sup>	4.15 x 10 <sup>-12</sup>	3,62 x 10 <sup>-11</sup>	3.36 x 10 <sup>-14</sup>	2.72 x 10 <sup>-12</sup>

**Tabela 11c.** Resultado das concentrações ambientais - Fenol.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Fenol	Setúbal	Sines	6,78 x 10 <sup>-11</sup>	1.36 x 10 <sup>-11</sup>	3,17 x 10 <sup>-06</sup>	3,17 x 10 <sup>-12</sup>	6.79 x 10 <sup>-11</sup>	2.39 x 10 <sup>-12</sup>	1,16 x 10 <sup>-15</sup>	1.07 x 10 <sup>-18</sup>	8.68 x 10 <sup>-17</sup>
		Setúbal	6,45 x 10 <sup>-12</sup>	1.29 x 10 <sup>-12</sup>	3,01 x 10 <sup>-07</sup>	3,01 x 10 <sup>-13</sup>	6.46 x 10 <sup>-12</sup>	2.27 x 10 <sup>-13</sup>	1,10 x 10 <sup>-16</sup>	1.02 x 10 <sup>-19</sup>	8.28 x 10 <sup>-18</sup>
		Seixal	8,53 x 10 <sup>-12</sup>	1.71 x 10 <sup>-12</sup>	3,99 x 10 <sup>-07</sup>	3,99 x 10 <sup>-07</sup>	8.54 x 10 <sup>-12</sup>	3.00 x 10 <sup>-07</sup>	1,46 x 10 <sup>-16</sup>	1.36 x 10 <sup>-19</sup>	1.10 x 10 <sup>-17</sup>
	Beja	Castro Verde	7,49 x 10 <sup>-13</sup>	1.50 x 10 <sup>-13</sup>	3,50 x 10 <sup>-08</sup>	3,50 x 10 <sup>-14</sup>	7.50 x 10 <sup>-13</sup>	2.64 x 10 <sup>-14</sup>	1,28 x 10 <sup>-17</sup>	1.18 x 10 <sup>-20</sup>	9.56 x 10 <sup>-19</sup>

**Tabela 12c.** Resultado das concentrações ambientais - Fluoretos.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Fluoretos	Setúbal	Sines	1,94 x 10 <sup>-06</sup>	3.88 x 10 <sup>-07</sup>	2,65 x 10 <sup>-11</sup>	2,65 x 10 <sup>-17</sup>	5.67 x 10 <sup>-16</sup>	1.99 x 10 <sup>-17</sup>	2,87 x 10 <sup>-13</sup>	2.66 x 10 <sup>-16</sup>	2.15 x 10 <sup>-14</sup>
		Setúbal	7,69 x 10 <sup>-09</sup>	1.54 x 10 <sup>-09</sup>	1,04 x 10 <sup>-13</sup>	1,04 x 10 <sup>-19</sup>	2.24 x 10 <sup>-18</sup>	7.87 x 10 <sup>-20</sup>	1,13 x 10 <sup>-15</sup>	1.05 x 10 <sup>-18</sup>	8.48 x 10 <sup>-17</sup>

**Tabela 13c.** Resultado das concentrações ambientais – Fósforo.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Fósforo	Setúbal	Sines	3,85 x 10 <sup>-08</sup>	7.70 x 10 <sup>-09</sup>	1,47 x 10 <sup>-07</sup>	1,47 x 10 <sup>-13</sup>	3.15 x 10 <sup>-12</sup>	1.11 x 10 <sup>-13</sup>	2,12 x 10 <sup>-16</sup>	1.97 x 10 <sup>-19</sup>	1.59 x 10 <sup>-17</sup>
		Setúbal	1,94 x 10 <sup>-07</sup>	3.89 x 10 <sup>-08</sup>	7,44 x 10 <sup>-07</sup>	7,44 x 10 <sup>-13</sup>	1.59 x 10 <sup>-11</sup>	5.60 x 10 <sup>-13</sup>	1,07 x 10 <sup>-15</sup>	9.93 x 10 <sup>-19</sup>	8.02 x 10 <sup>-17</sup>
	Faro	Portimão	2,26 x 10 <sup>-07</sup>	4.52 x 10 <sup>-08</sup>	8,63 x 10 <sup>-07</sup>	8,63 x 10 <sup>-13</sup>	1.85 x 10 <sup>-11</sup>	6.50 x 10 <sup>-13</sup>	1,24 x 10 <sup>-15</sup>	1.15 x 10 <sup>-18</sup>	9.32 x 10 <sup>-17</sup>
		Loulé	1,16 x 10 <sup>-08</sup>	2.32 x 10 <sup>-09</sup>	4,44 x 10 <sup>-08</sup>	4,44 x 10 <sup>-14</sup>	9.51 x 10 <sup>-13</sup>	3.34 x 10 <sup>-14</sup>	6,39 x 10 <sup>-17</sup>	5.94 x 10 <sup>-20</sup>	4.79 x 10 <sup>-18</sup>
		Lagos	5,18 x 10 <sup>-08</sup>	1.04 x 10 <sup>-08</sup>	1,98 x 10 <sup>-07</sup>	1,98 x 10 <sup>-13</sup>	4.24 x 10 <sup>-12</sup>	1.49 x 10 <sup>-13</sup>	2,84 x 10 <sup>-16</sup>	2.64 x 10 <sup>-19</sup>	2.13 x 10 <sup>-17</sup>
		Albufeira	8,70 x 10 <sup>-08</sup>	1.74 x 10 <sup>-08</sup>	3,33 x 10 <sup>-07</sup>	3,33 x 10 <sup>-13</sup>	7.13 x 10 <sup>-12</sup>	2.51 x 10 <sup>-13</sup>	4,78 x 10 <sup>-16</sup>	4.43 x 10 <sup>-19</sup>	3.58 x 10 <sup>-17</sup>

**Tabela 14c.** Resultado das concentrações ambientais – Hexabromobifenilo.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Hexabromobifenilo	Setúbal	Sines	6,19 x 10 <sup>-17</sup>	1.24 x 10 <sup>-17</sup>	1,01 x 10 <sup>-11</sup>	1,01 x 10 <sup>-17</sup>	2.16 x 10 <sup>-16</sup>	7.60 x 10 <sup>-18</sup>	4,20 x 10 <sup>-13</sup>	3.90 x 10 <sup>-16</sup>	3.15 x 10 <sup>-14</sup>

**Tabela 15c.** Resultado das concentrações ambientais – Mercúrio.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Mercúrio	Setúbal	Sines	3,17 x 10 <sup>-12</sup>	6.34 x 10 <sup>-13</sup>	1,92 x 10 <sup>-06</sup>	1,92 x 10 <sup>-12</sup>	4.12 x 10 <sup>-11</sup>	1.45 x 10 <sup>-12</sup>	8,02 x 10 <sup>-15</sup>	7.45 x 10 <sup>-18</sup>	6.02 x 10 <sup>-16</sup>
		Setúbal	1,43 x 10 <sup>-12</sup>	2.86 x 10 <sup>-13</sup>	8,71 x 10 <sup>-07</sup>	8,71 x 10 <sup>-13</sup>	1.87 x 10 <sup>-11</sup>	6.56 x 10 <sup>-13</sup>	3,63 x 10 <sup>-15</sup>	3.37 x 10 <sup>-18</sup>	2.72 x 10 <sup>-16</sup>
		Barreiro	2,21 x 10 <sup>-12</sup>	4.42 x 10 <sup>-13</sup>	1,35 x 10 <sup>-06</sup>	1,35 x 10 <sup>-12</sup>	2.88 x 10 <sup>-11</sup>	1.01 x 10 <sup>-12</sup>	5,62 x 10 <sup>-15</sup>	5.22 x 10 <sup>-18</sup>	4.22 x 10 <sup>-16</sup>
		Seixal	3,00 x 10 <sup>-13</sup>	5.99 x 10 <sup>-14</sup>	1,82 x 10 <sup>-07</sup>	1,82 x 10 <sup>-13</sup>	3.91 x 10 <sup>-12</sup>	1.37 x 10 <sup>-13</sup>	7,59 x 10 <sup>-16</sup>	7.04 x 10 <sup>-19</sup>	5.69 x 10 <sup>-17</sup>

**Tabela 16c.** Resultado das concentrações ambientais – Metano.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Metano	Setúbal	Sines	5,57 x 10 <sup>-07</sup>	1.11 x 10 <sup>-07</sup>	3,05 x 10 <sup>-11</sup>	3,05 x 10 <sup>-17</sup>	6.53 x 10 <sup>-16</sup>	2.30 x 10 <sup>-17</sup>	7,43 x 10 <sup>-14</sup>	6.90 x 10 <sup>-17</sup>	5.57 x 10 <sup>-15</sup>
		Setúbal	2,84 x 10 <sup>-06</sup>	5.68 x 10 <sup>-07</sup>	1,56 x 10 <sup>-10</sup>	1,56 x 10 <sup>-16</sup>	3.33 x 10 <sup>-15</sup>	1.17 x 10 <sup>-16</sup>	3,78 x 10 <sup>-13</sup>	3.51 x 10 <sup>-16</sup>	2.84 x 10 <sup>-14</sup>
		Palmela	1,33 x 10 <sup>-05</sup>	2.65 x 10 <sup>-06</sup>	7,28 x 10 <sup>-10</sup>	7,28 x 10 <sup>-16</sup>	1.56 x 10 <sup>-14</sup>	5.48 x 10 <sup>-16</sup>	1,76 x 10 <sup>-12</sup>	1.64 x 10 <sup>-15</sup>	1.32 x 10 <sup>-13</sup>
		Seixal	3,17 x 10 <sup>-05</sup>	6.33 x 10 <sup>-06</sup>	1,73 x 10 <sup>-09</sup>	1,73 x 10 <sup>-15</sup>	3.71 x 10 <sup>-14</sup>	1.30 x 10 <sup>-15</sup>	4,22 x 10 <sup>-12</sup>	3.92 x 10 <sup>-15</sup>	3.16 x 10 <sup>-13</sup>

	Santiago do Cacém	$1,48 \times 10^{-06}$	$2,96 \times 10^{-07}$	$8,10 \times 10^{-11}$	$8,10 \times 10^{-17}$	$1,74 \times 10^{-15}$	$6,10 \times 10^{-17}$	$1,97 \times 10^{-13}$	$1,83 \times 10^{-16}$	$1,47 \times 10^{-14}$
Portalegre	Avis	$2,49 \times 10^{-07}$	$4,97 \times 10^{-08}$	$1,36 \times 10^{-11}$	$1,36 \times 10^{-17}$	$2,91 \times 10^{-16}$	$1,02 \times 10^{-17}$	$3,31 \times 10^{-14}$	$3,07 \times 10^{-17}$	$2,48 \times 10^{-15}$
Évora	Évora	$6,75 \times 10^{-07}$	$1,35 \times 10^{-07}$	$3,70 \times 10^{-11}$	$3,70 \times 10^{-17}$	$7,92 \times 10^{-16}$	$2,78 \times 10^{-17}$	$9,00 \times 10^{-14}$	$8,36 \times 10^{-17}$	$6,75 \times 10^{-15}$
	Montemor-o-Novo	$6,86 \times 10^{-08}$	$1,37 \times 10^{-08}$	$3,77 \times 10^{-12}$	$3,77 \times 10^{-18}$	$8,07 \times 10^{-17}$	$2,84 \times 10^{-18}$	$9,15 \times 10^{-15}$	$8,50 \times 10^{-18}$	$6,86 \times 10^{-16}$
Beja	Beja	$4,68 \times 10^{-07}$	$9,36 \times 10^{-08}$	$2,56 \times 10^{-11}$	$2,56 \times 10^{-17}$	$5,49 \times 10^{-16}$	$1,93 \times 10^{-17}$	$6,23 \times 10^{-14}$	$5,78 \times 10^{-17}$	$4,67 \times 10^{-15}$
	Cuba	$6,28 \times 10^{-07}$	$1,26 \times 10^{-07}$	$3,44 \times 10^{-11}$	$3,44 \times 10^{-17}$	$7,37 \times 10^{-16}$	$2,59 \times 10^{-17}$	$8,36 \times 10^{-14}$	$7,76 \times 10^{-17}$	$6,27 \times 10^{-15}$
Faro	Portimão	$3,18 \times 10^{-06}$	$6,35 \times 10^{-07}$	$1,74 \times 10^{-10}$	$1,74 \times 10^{-16}$	$3,73 \times 10^{-15}$	$1,31 \times 10^{-16}$	$4,23 \times 10^{-13}$	$3,93 \times 10^{-16}$	$3,17 \times 10^{-14}$
	Loulé	$2,24 \times 10^{-06}$	$4,47 \times 10^{-07}$	$1,22 \times 10^{-10}$	$1,22 \times 10^{-16}$	$2,62 \times 10^{-15}$	$9,21 \times 10^{-17}$	$2,98 \times 10^{-13}$	$2,77 \times 10^{-16}$	$2,24 \times 10^{-14}$

**Tabela 17c.** Resultado das concentrações ambientais – Monóxido de Carbono.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Monóxido de Carbono	Setúbal	Sines	6,93 x 10 <sup>-07</sup>	1.39 x 10 <sup>-07</sup>	2,62 x 10 <sup>-03</sup>	2,62 x 10 <sup>-09</sup>	5.61 x 10 <sup>-08</sup>	1.97 x 10 <sup>-09</sup>	8,44 x 10 <sup>-15</sup>	7.83 x 10 <sup>-18</sup>	6.33 x 10 <sup>-16</sup>
		Setúbal	4,74 x 10 <sup>-06</sup>	9.48 x 10 <sup>-07</sup>	1,79 x 10 <sup>-02</sup>	1,79 x 10 <sup>-08</sup>	3.85 x 10 <sup>-07</sup>	1.35 x 10 <sup>-08</sup>	5,76 x 10 <sup>-14</sup>	5.35 x 10 <sup>-17</sup>	4.32 x 10 <sup>-15</sup>
		Seixal	3,05 x 10 <sup>-05</sup>	6.11 x 10 <sup>-06</sup>	1,16 x 10 <sup>-01</sup>	1,16 x 10 <sup>-07</sup>	2.49 x 10 <sup>-06</sup>	8.74 x 10 <sup>-08</sup>	3,72 x 10 <sup>-13</sup>	3.46 x 10 <sup>-16</sup>	2.79 x 10 <sup>-14</sup>

**Tabela 18c.** Resultado das concentrações ambientais – Naftaleno.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Naftaleno	Setúbal	Sines	3,05 x 10 <sup>-10</sup>	6.10 x 10 <sup>-11</sup>	1,77 x 10 <sup>-08</sup>	1,77 x 10 <sup>-14</sup>	3.79 x 10 <sup>-13</sup>	1.33 x 10 <sup>-14</sup>	3,61 x 10 <sup>-13</sup>	3.35 x 10 <sup>-16</sup>	2.71 x 10 <sup>-14</sup>

**Tabela 19c.** Resultado das concentrações ambientais – Níquel.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Níquel	Setúbal	Sines	1,07 x 10 <sup>-17</sup>	2.14 x 10 <sup>-18</sup>	3,05 x 10 <sup>-05</sup>	3,05 x 10 <sup>-11</sup>	6.53 x 10 <sup>-10</sup>	2.30 x 10 <sup>-11</sup>	1,43 x 10 <sup>-16</sup>	1.33 x 10 <sup>-19</sup>	1.07 x 10 <sup>-17</sup>
		Setúbal	1,25 x 10 <sup>-17</sup>	2.49 x 10 <sup>-18</sup>	3,75 x 10 <sup>-05</sup>	3,75 x 10 <sup>-11</sup>	8.04 x 10 <sup>-10</sup>	2.82 x 10 <sup>-11</sup>	1,67 x 10 <sup>-16</sup>	1.55 x 10 <sup>-19</sup>	1.25 x 10 <sup>-17</sup>
		Palmela	7,86 x 10 <sup>-20</sup>	1.57 x 10 <sup>-20</sup>	4,93 x 10 <sup>-07</sup>	4,93 x 10 <sup>-13</sup>	1.06 x 10 <sup>-11</sup>	3.72 x 10 <sup>-13</sup>	1,12 x 10 <sup>-18</sup>	1.04 x 10 <sup>-21</sup>	8.37 x 10 <sup>-20</sup>
		Barreiro	2,89 x 10 <sup>-17</sup>	5.77 x 10 <sup>-18</sup>	8,06 x 10 <sup>-05</sup>	8,06 x 10 <sup>-11</sup>	1.73 x 10 <sup>-09</sup>	6.07 x 10 <sup>-11</sup>	3,84 x 10 <sup>-16</sup>	3.57 x 10 <sup>-19</sup>	2.88 x 10 <sup>-17</sup>
	Évora	Mora	8,02 x 10 <sup>-20</sup>	1.60 x 10 <sup>-20</sup>	2,25 x 10 <sup>-07</sup>	2,25 x 10 <sup>-13</sup>	4.81 x 10 <sup>-12</sup>	1.69 x 10 <sup>-13</sup>	1,07 x 10 <sup>-18</sup>	9.92 x 10 <sup>-22</sup>	8.02 x 10 <sup>-20</sup>

**Tabela 20c.** Resultado das concentrações ambientais – Óxido de Azoto.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Óxido de Azoto	Setúbal	Sines	4,65 x 10 <sup>-05</sup>	9.30 x 10 <sup>-06</sup>	1,80 x 10 <sup>-06</sup>	1,80 x 10 <sup>-12</sup>	3.85 x 10 <sup>-11</sup>	1.35 x 10 <sup>-12</sup>	2,28 x 10 <sup>-12</sup>	2.11 x 10 <sup>-15</sup>	1.71 x 10 <sup>-13</sup>
		Setúbal	2,09 x 10 <sup>-05</sup>	4.18 x 10 <sup>-06</sup>	8,12 x 10 <sup>-07</sup>	8,12 x 10 <sup>-13</sup>	1.74 x 10 <sup>-11</sup>	6.12 x 10 <sup>-13</sup>	1,03 x 10 <sup>-12</sup>	9.53 x 10 <sup>-16</sup>	7.69 x 10 <sup>-14</sup>
		Barreiro	2,96 x 10 <sup>-05</sup>	5.92 x 10 <sup>-06</sup>	1,15 x 10 <sup>-06</sup>	1,15 x 10 <sup>-12</sup>	2.46 x 10 <sup>-11</sup>	8.64 x 10 <sup>-13</sup>	1,45 x 10 <sup>-12</sup>	1.35 x 10 <sup>-15</sup>	1.09 x 10 <sup>-13</sup>
		Seixal	9,53 x 10 <sup>-07</sup>	1.91 x 10 <sup>-07</sup>	3,69 x 10 <sup>-08</sup>	3,69 x 10 <sup>-14</sup>	7.90 x 10 <sup>-13</sup>	2.78 x 10 <sup>-14</sup>	4,66 x 10 <sup>-14</sup>	4.33 x 10 <sup>-17</sup>	3.50 x 10 <sup>-15</sup>
	Portalegre	Portalegre	2,81 x 10 <sup>-07</sup>	5.62 x 10 <sup>-08</sup>	1,09 x 10 <sup>-08</sup>	1,09 x 10 <sup>-14</sup>	2.33 x 10 <sup>-13</sup>	8.20 x 10 <sup>-15</sup>	1,38 x 10 <sup>-14</sup>	1.28 x 10 <sup>-17</sup>	1.03 x 10 <sup>-15</sup>
	Évora	Vendas Novas	2,00 x 10 <sup>-06</sup>	4.01 x 10 <sup>-07</sup>	7,76 x 10 <sup>-08</sup>	7,76 x 10 <sup>-14</sup>	1.66 x 10 <sup>-12</sup>	5.84 x 10 <sup>-14</sup>	9,81 x 10 <sup>-14</sup>	9.11 x 10 <sup>-17</sup>	7.36 x 10 <sup>-15</sup>
	Faro	Loulé	7,18 x 10 <sup>-07</sup>	1.44 x 10 <sup>-07</sup>	2,78 x 10 <sup>-08</sup>	2,78 x 10 <sup>-14</sup>	5.95 x 10 <sup>-13</sup>	2.09 x 10 <sup>-14</sup>	3,52 x 10 <sup>-14</sup>	3.27 x 10 <sup>-17</sup>	2.64 x 10 <sup>-15</sup>

**Tabela 21c.** Resultado das concentrações ambientais – Óxido Nitroso.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Óxido Nitroso	Setúbal	Sines	3,32 x 10 <sup>-07</sup>	6.63 x 10 <sup>-08</sup>	2,12 x 10 <sup>-07</sup>	2,12 x 10 <sup>-13</sup>	4.54 x 10 <sup>-12</sup>	1.59 x 10 <sup>-13</sup>	2,83 x 10 <sup>-14</sup>	2.63 x 10 <sup>-17</sup>	2.12 x 10 <sup>-15</sup>
		Setúbal	1,13 x 10 <sup>-07</sup>	2.26 x 10 <sup>-08</sup>	7,22 x 10 <sup>-08</sup>	7,22 x 10 <sup>-14</sup>	1.55 x 10 <sup>-12</sup>	5.44 x 10 <sup>-14</sup>	9,64 x 10 <sup>-16</sup>	8.95 x 10 <sup>-19</sup>	7.23 x 10 <sup>-17</sup>
		Barreiro	6,88 x 10 <sup>-06</sup>	1.38 x 10 <sup>-06</sup>	4,39 x 10 <sup>-06</sup>	4,39 x 10 <sup>-12</sup>	9.40 x 10 <sup>-11</sup>	3.30 x 10 <sup>-12</sup>	5,87 x 10 <sup>-14</sup>	5.45 x 10 <sup>-17</sup>	4.40 x 10 <sup>-15</sup>
		Santiago do Cacém	6,97 x 10 <sup>-09</sup>	1.39 x 10 <sup>-09</sup>	4,44 x 10 <sup>-09</sup>	4,44 x 10 <sup>-15</sup>	9.52 x 10 <sup>-14</sup>	3.35 x 10 <sup>-15</sup>	5,95 x 10 <sup>-17</sup>	5.52 x 10 <sup>-20</sup>	4.46 x 10 <sup>-18</sup>
	Évora	Vendas Novas	3,09 x 10 <sup>-08</sup>	6.19 x 10 <sup>-09</sup>	1,97 x 10 <sup>-08</sup>	1,97 x 10 <sup>-14</sup>	4.22 x 10 <sup>-13</sup>	1.48 x 10 <sup>-14</sup>	2,63 x 10 <sup>-16</sup>	2.45 x 10 <sup>-19</sup>	1.98 x 10 <sup>-17</sup>

**Tabela 22c.** Resultado das concentrações ambientais – Pentaclorofenol.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Pentaclorofenol	Setúbal	Sines	2,52 x 10 <sup>-13</sup>	5.03 x 10 <sup>-14</sup>	8,53 x 10 <sup>-09</sup>	8,53 x 10 <sup>-15</sup>	1.83 x 10 <sup>-13</sup>	6.42 x 10 <sup>-15</sup>	9,44 x 10 <sup>-13</sup>	8.77 x 10 <sup>-16</sup>	7.08 x 10 <sup>-14</sup>

**Tabela 23c.** Resultado das concentrações ambientais – Simazina.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Simazina	Setúbal	Sines	7,02 x 10 <sup>-16</sup>	1.40 x 10 <sup>-16</sup>	1,10 x 10 <sup>-08</sup>	1,10 x 10 <sup>-14</sup>	2.35 x 10 <sup>-13</sup>	8.27 x 10 <sup>-15</sup>	2,62 x 10 <sup>-15</sup>	2.43 x 10 <sup>-18</sup>	1.97 x 10 <sup>-16</sup>

**Tabela 24c.** Resultado das concentrações ambientais – Triclorobenzeno.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Triclorobenzeno	Setúbal	Setúbal	7,75 x 10 <sup>-11</sup>	1.55 x 10 <sup>-11</sup>	8,03 x 10 <sup>-10</sup>	8,03 x 10 <sup>-16</sup>	1.72 x 10 <sup>-14</sup>	6.05 x 10 <sup>-16</sup>	2,83 x 10 <sup>-13</sup>	2.62 x 10 <sup>-16</sup>	2.12 x 10 <sup>-14</sup>

**Tabela 25c.** Resultado das concentrações ambientais – Triclorometano.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Triclorometano	Setúbal	Setúbal	1,53 x 10 <sup>-08</sup>	3.07 x 10 <sup>-09</sup>	9,95 x 10 <sup>-08</sup>	9,95 x 10 <sup>-14</sup>	2.13 x 10 <sup>-12</sup>	7.49 x 10 <sup>-14</sup>	1,67 x 10 <sup>-15</sup>	1.55 x 10 <sup>-18</sup>	1.25 x 10 <sup>-16</sup>

**Tabela 26c.** Resultado das concentrações ambientais – Zinco.

Contaminante	Distrito	Concelho	[mg/m <sup>3</sup> ]	LADD	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/g]	LADD	LADD	[mg/g]	LADD	LADD
			Ar	inalação	Água	Água	ingestão	contacto dérmico	Solo	ingestão	contacto dérmico
Zinco	Setúbal	Sines	1,83 x 10 <sup>-19</sup>	3.66 x 10 <sup>-20</sup>	2,44 x 10 <sup>-05</sup>	2,44 x 10 <sup>-11</sup>	5.23 x 10 <sup>-10</sup>	1.84 x 10 <sup>-11</sup>	9,83 x 10 <sup>-17</sup>	9.13 x 10 <sup>-20</sup>	7.37 x 10 <sup>-18</sup>
		Setúbal	5,73 x 10 <sup>-20</sup>	1.15 x 10 <sup>-20</sup>	1,14 x 10 <sup>-05</sup>	1,14 x 10 <sup>-11</sup>	2.44 x 10 <sup>-10</sup>	8.59 x 10 <sup>-12</sup>	3,16 x 10 <sup>-17</sup>	2.94 x 10 <sup>-20</sup>	2.37 x 10 <sup>-18</sup>
		Seixal	3,47 x 10 <sup>-18</sup>	6.95 x 10 <sup>-19</sup>	3,84 x 10 <sup>-04</sup>	3,84 x 10 <sup>-10</sup>	8.24 x 10 <sup>-09</sup>	2.89 x 10 <sup>-10</sup>	1,84 x 10 <sup>-15</sup>	1.71 x 10 <sup>-18</sup>	1.38 x 10 <sup>-16</sup>
		Barreiro	9,20 x 10 <sup>-35</sup>	1.84 x 10 <sup>-35</sup>	4,10 x 10 <sup>-05</sup>	4,10 x 10 <sup>-11</sup>	8.80 x 10 <sup>-10</sup>	3.09 x 10 <sup>-11</sup>	1,04 x 10 <sup>-17</sup>	9.68 x 10 <sup>-21</sup>	7.82 x 10 <sup>-19</sup>
	Évora	Vendas Novas	1,85 x 10 <sup>-36</sup>	3.69 x 10 <sup>-37</sup>	8,21 x 10 <sup>-07</sup>	8,21 x 10 <sup>-10</sup>	1.76 x 10 <sup>-11</sup>	6.19 x 10 <sup>-10</sup>	2,09 x 10 <sup>-19</sup>	1.94 x 10 <sup>-22</sup>	1.57 x 10 <sup>-20</sup>

## ANEXO D

**Tabela 1d.** Valores da dose de referência para a quantificação do risco não cancerígeno (RfD) e valores do quociente de risco para a quantificação do risco cancerígeno (CSF) para cada substância química estudada.

	Não cancerígeno				Cancerígeno			
	RfC <sup>1</sup>	Fonte	RfD <sup>2</sup>	Fonte	IUR <sup>3</sup>	Fonte	CSF <sup>4</sup>	Fonte
<b>Amônia</b>	0,1	IRIS 05/01/1991	–	–	–	–	–	–
<b>Arsênio</b>	1,5 x 10 <sup>-5</sup>	TSDNC	3 x 10 <sup>-4</sup>	IRIS 02/01/1993	4,3 x 10 <sup>-6</sup>	IRIS 04/10/1998	1,5	IRIS 04/10/1998
<b>Azoto</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Benzeno</b>	0,03	IRIS 04/17/2003	0,004	IRIS 04/17/2003	1,6 x 10 <sup>-6</sup>	IRIS 01/19/2000	0,055	IRIS 01/19/2000
<b>Cádmio</b>	2 x 10 <sup>-5</sup>	TSDNC	5 x 10 <sup>-4</sup>	IRIS 02/01/1994	1,8 x 10 <sup>-6</sup>	IRIS 06/01/1992	15	TSDCPF
<b>Chumbo</b>	–	–	–	–	1,2 x 10 <sup>-8</sup>	TSDCPF	0,0085	TSDCPF
<b>Cloretos</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Cobre</b>	0,1	TSDNC	0,019	CAL EPA	–	–	–	–
<b>Crômio</b>	1 x 10 <sup>-4</sup>	IRIS 09/03/1998	0,003	IRIS 09/03/1998	1,2 x 10 <sup>-5</sup>	IRIS 09/03/1998	0,42	TSDCPF
<b>Dióxido de Carbono</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Fenol</b>	0,2	TSDNC	0,3	IRIS 09/30/2002	–	–	–	–

<b>Fluoretos</b>	13 x 10 <sup>-3</sup>	CREL 08/2003	0,04	CREL 08/2003	–	–	–	–
<b>Fósforo</b>	7 x 10 <sup>-5</sup>	CAL EPA	2 x 10 <sup>-5</sup>	USDHHS, 1997a	–	–	–	–
<b>Hexabromobifenilo</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Mercúrio</b>	3 x 10 <sup>-4</sup>	IRIS 06/01/1995	1 x 10 <sup>-4</sup>	IRIS 07/27/2001	–	–	–	–
<b>Metano</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Monóxido de Carbono</b>	23	TSDNC	–	–	–	–	–	–
<b>Naftaleno</b>	0,003	IRIS 09/17/1998	0,02	IRIS 09/17/1998	3,4 x 10 <sup>-8</sup>	TSDCPF	0,12	TSDCPF
<b>Níquel</b>	5 x 10 <sup>-5</sup>	TSDNC	0,05	TSDNC	2,6 x 10 <sup>-7</sup>	TSDCPF	0,91	TSDCPF
<b>Óxido de Azoto</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Óxido Nitroso</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Pentaclorofenol</b>	–	–	0,005	IRIS 09/30/2010	1,1 x 10 <sup>-5</sup>	IRIS 09/30/2010	0,4	IRIS 09/30/2010
<b>Simazina</b>	–	–	0,005	IRIS 04/01/1994	–	–	–	–
<b>Triclorobenzeno</b>	–	–	0,01	IRIS 11/01/1996	–	–	–	–
<b>Triclorometano</b>	–	–	0,01	IRIS 10/19/2001	2,3 x 10 <sup>-8</sup>	IRIS 10/19/2001	0,01	IRIS 10/19/2001
<b>Zinco</b>	–	–	0,3	IRIS 08/03/2005	–	–	–	–

1 – Concentração de Referência para exposição crónica por via de inalação (mg/m<sup>3</sup>; não cancerígeno); 2 – Dose de Referência para exposição crónica por via oral (mg/kg/dia; não cancerígeno); 3 – Unidade de Risco de Inalação (mg/m<sup>3</sup>; cancerígeno; via de inalação); 4 – Quociente de Risco (mg/kg/dia; cancerígeno; via oral).

Fontes:

IRIS: Integrated Risk Information System, U.S. Environmental Protection Agency (US EPA)

TSDCPF: Technical Support Document for Cancer Potency Factors, Appendix H

TSDNC : Technical Support Document for Non-Cancer Appendix B

CREL: Chronic Reference Exposure Levels – Fluorides

CAL EPA: Comparison of Cal/EPA and US EPA Toxicity Values, Appendix B - Report of the Risk Assessment Advisory Committee

USDHHS, 1997a: *Toxicological Profile for White Phosphorus*. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, U.S.A.



## ANEXO E

Tabela 1e. Quantificação de risco cancerígeno para o distrito de Setúbal.

Concelhos Substâncias	Rota de Exp.	Sines	Setúbal	Barreiro	Seixal	Palmela
Arsénio	IA <sup>1</sup>	9,33 x 10 <sup>-11</sup>	3,79 x 10 <sup>-10</sup>	5,68 x 10 <sup>-10</sup>	1,32 x 10 <sup>-10</sup>	–
	IgA <sup>2</sup>	7,26 x 10 <sup>-15</sup>	2,95 x 10 <sup>-14</sup>	4,44 x 10 <sup>-14</sup>	1,03 x 10 <sup>-14</sup>	–
	CDA <sup>3</sup>	2,55 x 10 <sup>-16</sup>	1,04 x 10 <sup>-15</sup>	1,56 x 10 <sup>-15</sup>	3,62 x 10 <sup>-16</sup>	–
	IgS <sup>4</sup>	3,99 x 10 <sup>-21</sup>	1,67 x 10 <sup>-20</sup>	2,44 x 10 <sup>-20</sup>	5,56 x 10 <sup>-21</sup>	–
	CDS <sup>5</sup>	3,22 x 10 <sup>-19</sup>	1,35 x 10 <sup>-18</sup>	1,97 x 10 <sup>-18</sup>	4,49 x 10 <sup>-19</sup>	–
<b>Risco total por concelho</b>		9,33 x 10 <sup>-11</sup>	3,79 x 10 <sup>-10</sup>	5,68 x 10 <sup>-10</sup>	1,32 x 10 <sup>-10</sup>	–
Benzeno	IA <sup>1</sup>	–	8,52 x 10 <sup>-11</sup>	–	–	–
	IgA <sup>2</sup>	–	4,05 x 10 <sup>-14</sup>	–	–	–
	CDA <sup>3</sup>	–	1,43 x 10 <sup>-15</sup>	–	–	–
	IgS <sup>4</sup>	–	1,10 x 10 <sup>-19</sup>	–	–	–
	CDS <sup>5</sup>	–	8,85 x 10 <sup>-18</sup>	–	–	–
<b>Risco total por concelho</b>		–	8,53 x 10 <sup>-11</sup>	–	–	–
Cádmio	IA <sup>1</sup>	1,71 x 10 <sup>-18</sup>	4,99 x 10 <sup>-19</sup>	6,69 x 10 <sup>-19</sup>	6,13 x 10 <sup>-19</sup>	–
	IgA <sup>2</sup>	1,50 x 10 <sup>-09</sup>	5,45 x 10 <sup>-10</sup>	1,34 x 10 <sup>-09</sup>	5,36 x 10 <sup>-10</sup>	–
	CDA <sup>3</sup>	5,28 x 10 <sup>-11</sup>	1,92 x 10 <sup>-11</sup>	4,70 x 10 <sup>-11</sup>	1,88 x 10 <sup>-11</sup>	–
	IgS <sup>4</sup>	3,15 x 10 <sup>-19</sup>	9,37 x 10 <sup>-20</sup>	1,32 x 10 <sup>-19</sup>	1,14 x 10 <sup>-19</sup>	–
	CDS <sup>5</sup>	2,54 x 10 <sup>-17</sup>	7,57 x 10 <sup>-18</sup>	1,07 x 10 <sup>-17</sup>	9,17 x 10 <sup>-18</sup>	–
<b>Risco total por concelho</b>		1,56 x 10 <sup>-09</sup>	5,64 x 10 <sup>-10</sup>	1,38 x 10 <sup>-09</sup>	5,55 x 10 <sup>-10</sup>	–
Chumbo	IA <sup>1</sup>	8,96 x 10 <sup>-22</sup>	1,28 x 10 <sup>-21</sup>	4,91 x 10 <sup>-26</sup>	3,60 x 10 <sup>-25</sup>	–
	IgA <sup>2</sup>	2,19 x 10 <sup>-12</sup>	3,04 x 10 <sup>-12</sup>	3,13 x 10 <sup>-13</sup>	2,30 x 10 <sup>-12</sup>	–
	CDA <sup>3</sup>	7,69 x 10 <sup>-14</sup>	1,07 x 10 <sup>-13</sup>	1,10 x 10 <sup>-14</sup>	8,08 x 10 <sup>-14</sup>	–
	IgS <sup>4</sup>	3,11 x 10 <sup>-22</sup>	4,44 x 10 <sup>-22</sup>	2,44 x 10 <sup>-24</sup>	1,79 x 10 <sup>-23</sup>	–
	CDS <sup>5</sup>	2,51 x 10 <sup>-20</sup>	3,59 x 10 <sup>-20</sup>	1,97 x 10 <sup>-22</sup>	1,45 x 10 <sup>-21</sup>	–
<b>Risco total por concelho</b>		2,27 x 10 <sup>-12</sup>	3,14 x 10 <sup>-12</sup>	3,24 x 10 <sup>-13</sup>	2,38 x 10 <sup>-12</sup>	–

<b>Crómio</b>	<b>IA<sup>1</sup></b>	$6,86 \times 10^{-36}$	$3,41 \times 10^{-36}$	$8,46 \times 10^{-36}$	--	--
	<b>IgA<sup>2</sup></b>	$3,60 \times 10^{-11}$	$2,49 \times 10^{-11}$	$4,08 \times 10^{-11}$	--	--
	<b>CDA<sup>3</sup></b>	$1,26 \times 10^{-12}$	$8,76 \times 10^{-13}$	$1,43 \times 10^{-12}$	--	--
	<b>IgS<sup>4</sup></b>	$7,25 \times 10^{-21}$	$3,67 \times 10^{-21}$	$8,85 \times 10^{-21}$	--	--
	<b>CDS<sup>5</sup></b>	$5,86 \times 10^{-19}$	$2,97 \times 10^{-19}$	$7,14 \times 10^{-19}$	--	--
<b>Risco total por concelho</b>		$3,72 \times 10^{-11}$	$2,58 \times 10^{-11}$	$4,23 \times 10^{-11}$	--	--
<b>Naftaleno</b>	<b>IA<sup>1</sup></b>	$7,32 \times 10^{-12}$	--	--	--	--
	<b>IgA<sup>2</sup></b>	$4,54 \times 10^{-14}$	--	--	--	--
	<b>CDA<sup>3</sup></b>	$1,60 \times 10^{-15}$	--	--	--	--
	<b>IgS<sup>4</sup></b>	$4,02 \times 10^{-17}$	--	--	--	--
	<b>CDS<sup>5</sup></b>	$3,25 \times 10^{-15}$	--	--	--	--
<b>Risco total por concelho</b>		$7,37 \times 10^{-12}$	--	--	--	--
<b>Níquel</b>	<b>IA<sup>1</sup></b>	$1,95 \times 10^{-18}$	$2,27 \times 10^{-18}$	$5,25 \times 10^{-18}$	--	$1,43 \times 10^{-20}$
	<b>IgA<sup>2</sup></b>	$5,95 \times 10^{-10}$	$7,31 \times 10^{-10}$	$1,57 \times 10^{-09}$	--	$9,62 \times 10^{-12}$
	<b>CDA<sup>3</sup></b>	$2,09 \times 10^{-11}$	$2,57 \times 10^{-11}$	$5,52 \times 10^{-11}$	--	$3,38 \times 10^{-13}$
	<b>IgS<sup>4</sup></b>	$1,21 \times 10^{-19}$	$1,41 \times 10^{-19}$	$3,25 \times 10^{-19}$	--	$9,42 \times 10^{-22}$
	<b>CDS<sup>5</sup></b>	$9,74 \times 10^{-18}$	$1,14 \times 10^{-17}$	$2,62 \times 10^{-17}$	--	$7,61 \times 10^{-20}$
<b>Risco total por concelho</b>		$6,16 \times 10^{-10}$	$7,57 \times 10^{-10}$	$1,63 \times 10^{-09}$	--	$9,96 \times 10^{-12}$
<b>Pentaclorofenol</b>	<b>IA<sup>1</sup></b>	$2,01 \times 10^{-14}$	--	--	--	--
	<b>IgA<sup>2</sup></b>	$7,31 \times 10^{-14}$	--	--	--	--
	<b>CDA<sup>3</sup></b>	$2,57 \times 10^{-15}$	--	--	--	--
	<b>IgS<sup>4</sup></b>	$3,51 \times 10^{-16}$	--	--	--	--
	<b>CDS<sup>5</sup></b>	$2,83 \times 10^{-14}$	--	--	--	--
<b>Risco total por concelho</b>		$9,61 \times 10^{-14}$	--	--	--	--

<b>Triclorometano</b>	<b>IA<sup>1</sup></b>	–	$3,07 \times 10^{-11}$	–	–	–
	<b>IgA<sup>2</sup></b>	–	$2,13 \times 10^{-14}$	–	–	–
	<b>CDA<sup>3</sup></b>	–	$7,49 \times 10^{-16}$	–	–	–
	<b>IgS<sup>4</sup></b>	–	$1,55 \times 10^{-20}$	–	–	–
	<b>CDS<sup>5</sup></b>	–	$1,25 \times 10^{-18}$	–	–	–
<b>Risco total por concelho</b>		–	$3,07 \times 10^{-11}$	–	–	–

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo,

**Tabela 2e.** Quantificação de risco cancerígeno para o distrito de Évora.

<b>Substância</b>	<b>Concelho</b>	<b>Rota de Exposição</b>	<b>Mora</b>
<b>Níquel</b>		<b>IA<sup>1</sup></b>	$1,46 \times 10^{-20}$
		<b>IgA<sup>2</sup></b>	$4,38 \times 10^{-12}$
		<b>CDA<sup>3</sup></b>	$1,54 \times 10^{-13}$
		<b>IgS<sup>4</sup></b>	$9,03 \times 10^{-22}$
		<b>CDS<sup>5</sup></b>	$7,29 \times 10^{-20}$
<b>Risco total por concelho</b>			$4,53 \times 10^{-12}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo,

**Tabela 3e.** Quantificação de risco cancerígeno para o distrito de Beja.

<b>Substância</b>	<b>Concelho</b>	<b>Rota de Exposição</b>	<b>Castro Verde</b>
<b>Arsénio</b>		<b>IA<sup>1</sup></b>	$1,66 \times 10^{-11}$
		<b>IgA<sup>2</sup></b>	$1,29 \times 10^{-15}$
		<b>CDA<sup>3</sup></b>	$4,54 \times 10^{-17}$
		<b>IgS<sup>4</sup></b>	$7,56 \times 10^{-22}$
		<b>CDS<sup>5</sup></b>	$6,11 \times 10^{-20}$
<b>Risco total por concelho</b>			$1,66 \times 10^{-11}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo,

Tabela 4e. Quantificação de risco não-cancerígeno para o distrito de Setúbal.

Substâncias	Concelhos	Rota de Exp,	Sines	Setúbal	Barreiro	Seixal	Santiago do Cacém	Moita
Cobre	IA <sup>1</sup>		2,50 x 10 <sup>-26</sup>	9,98 x 10 <sup>-27</sup>	–	1,46 x 10 <sup>-26</sup>	3,52 x 10 <sup>-74</sup>	5,45 x 10 <sup>-73</sup>
	IgA <sup>2</sup>		5,11 x 10 <sup>-09</sup>	2,65 x 10 <sup>-09</sup>	–	2,33 x 10 <sup>-09</sup>	9,01 x 10 <sup>-11</sup>	1,40 x 10 <sup>-09</sup>
	CDA <sup>3</sup>		1,80 x 10 <sup>-10</sup>	9,32 x 10 <sup>-11</sup>	–	8,20 x 10 <sup>-11</sup>	3,17 x 10 <sup>-12</sup>	4,92 x 10 <sup>-11</sup>
	IgS <sup>4</sup>		8,39 x 10 <sup>-19</sup>	3,42 x 10 <sup>-19</sup>	–	4,84 x 10 <sup>-19</sup>	9,91 x 10 <sup>-22</sup>	1,53 x 10 <sup>-20</sup>
	CDS <sup>5</sup>		6,78 x 10 <sup>-17</sup>	2,76 x 10 <sup>-17</sup>	–	3,91 x 10 <sup>-17</sup>	8,01 x 10 <sup>-20</sup>	1,24 x 10 <sup>-18</sup>
Risco total por concelho			5,29 x 10 <sup>-09</sup>	2,75 x 10 <sup>-09</sup>	–	2,42 x 10 <sup>-09</sup>	9,33 x 10 <sup>-11</sup>	1,45 x 10 <sup>-09</sup>
Fenol	IA <sup>1</sup>		4,52 x 10 <sup>-11</sup>	4,30 x 10 <sup>-12</sup>	–	5,68 x 10 <sup>-12</sup>	–	–
	IgA <sup>2</sup>		2,26 x 10 <sup>-10</sup>	2,15 x 10 <sup>-11</sup>	–	2,85 x 10 <sup>-11</sup>	–	–
	CDA <sup>3</sup>		7,95 x 10 <sup>-12</sup>	7,56 x 10 <sup>-13</sup>	–	1,00 x 10 <sup>-06</sup>	–	–
	IgS <sup>4</sup>		3,58 x 10 <sup>-18</sup>	3,42 x 10 <sup>-19</sup>	–	4,52 x 10 <sup>-19</sup>	–	–
	CDS <sup>5</sup>		2,89 x 10 <sup>-16</sup>	2,76 x 10 <sup>-17</sup>	–	3,65 x 10 <sup>-17</sup>	–	–
Risco total por concelho			2,79 x 10 <sup>-10</sup>	2,66 x 10 <sup>-11</sup>	–	1,00 x 10 <sup>-06</sup>	–	–
Fluoretos	IA <sup>1</sup>		9,71 x 10 <sup>-06</sup>	3,84 x 10 <sup>-08</sup>	–	–	–	–
	IgA <sup>2</sup>		1,42 x 10 <sup>-14</sup>	5,60 x 10 <sup>-17</sup>	–	–	–	–
	CDA <sup>3</sup>		4,98 x 10 <sup>-16</sup>	1,97 x 10 <sup>-18</sup>	–	–	–	–
	IgS <sup>4</sup>		6,65 x 10 <sup>-15</sup>	2,63 x 10 <sup>-17</sup>	–	–	–	–
	CDS <sup>5</sup>		5,37 x 10 <sup>-13</sup>	2,12 x 10 <sup>-15</sup>	–	–	–	–
Risco total por concelho			9,71 x 10 <sup>-06</sup>	3,84 x 10 <sup>-08</sup>	–	–	–	–
Fósforo	IA <sup>1</sup>		3,85 x 10 <sup>-04</sup>	1,94 x 10 <sup>-03</sup>	–	–	–	–
	IgA <sup>2</sup>		1,58 x 10 <sup>-07</sup>	7,97 x 10 <sup>-07</sup>	–	–	–	–
	CDA <sup>3</sup>		5,54 x 10 <sup>-09</sup>	2,80 x 10 <sup>-08</sup>	–	–	–	–
	IgS <sup>4</sup>		9,84 x 10 <sup>-15</sup>	4,96 x 10 <sup>-14</sup>	–	–	–	–
	CDS <sup>5</sup>		7,95 x 10 <sup>-13</sup>	4,01 x 10 <sup>-12</sup>	–	–	–	–
Risco total por concelho			3,85 x 10 <sup>-04</sup>	1,94 x 10 <sup>-03</sup>	–	–	–	–
Mercúrio	IA <sup>1</sup>		6,34 x 10 <sup>-09</sup>	2,86 x 10 <sup>-09</sup>	4,42 x 10 <sup>-09</sup>	5,99 x 10 <sup>-10</sup>	–	–
	IgA <sup>2</sup>		4,12 x 10 <sup>-07</sup>	1,87 x 10 <sup>-07</sup>	2,88 x 10 <sup>-07</sup>	3,91 x 10 <sup>-08</sup>	–	–
	CDA <sup>3</sup>		1,45 x 10 <sup>-08</sup>	6,56 x 10 <sup>-09</sup>	1,01 x 10 <sup>-08</sup>	1,37 x 10 <sup>-09</sup>	–	–
	IgS <sup>4</sup>		7,45 x 10 <sup>-14</sup>	3,37 x 10 <sup>-14</sup>	5,22 x 10 <sup>-14</sup>	7,04 x 10 <sup>-15</sup>	–	–
	CDS <sup>5</sup>		6,02 x 10 <sup>-12</sup>	2,72 x 10 <sup>-12</sup>	4,22 x 10 <sup>-12</sup>	5,69 x 10 <sup>-13</sup>	–	–
Risco total por concelho			4,33 x 10 <sup>-07</sup>	1,96 x 10 <sup>-07</sup>	3,03 x 10 <sup>-07</sup>	4,11 x 10 <sup>-08</sup>	–	–
Simazina	IA <sup>1</sup>		2,81 x 10 <sup>-14</sup>	–	–	–	–	–
	IgA <sup>2</sup>		4,71 x 10 <sup>-11</sup>	–	–	–	–	–
	CDA <sup>3</sup>		1,65 x 10 <sup>-12</sup>	–	–	–	–	–

	<b>IgS<sup>4</sup></b>	4,87 x 10 <sup>-16</sup>	-	-	-	-	-
	<b>CDS<sup>5</sup></b>	3,93 x 10 <sup>-14</sup>	-	-	-	-	-
<b>Risco total por concelho</b>		4,88 x 10 <sup>-11</sup>	-	-	-	-	-
<b>Triclorobenzeno</b>	<b>IA<sup>1</sup></b>	-	1,55 x 10 <sup>-09</sup>	-	-	-	-
	<b>IgA<sup>2</sup></b>	-	1,72 x 10 <sup>-12</sup>	-	-	-	-
	<b>CDA<sup>3</sup></b>	-	6,05 x 10 <sup>-14</sup>	-	-	-	-
	<b>IgS<sup>4</sup></b>	-	2,62 x 10 <sup>-14</sup>	-	-	-	-
	<b>CDS<sup>5</sup></b>	-	2,12 x 10 <sup>-12</sup>	-	-	-	-
<b>Risco total por concelho</b>		-	1,55 x 10 <sup>-09</sup>	-	-	-	-
<b>Zinco</b>	<b>IA<sup>1</sup></b>	1,22 x 10 <sup>-19</sup>	3,82 x 10 <sup>-20</sup>	6,14 x 10 <sup>-35</sup>	2,32 x 10 <sup>-18</sup>	-	-
	<b>IgA<sup>2</sup></b>	1,74 x 10 <sup>-09</sup>	8,15 x 10 <sup>-10</sup>	2,93 x 10 <sup>-09</sup>	2,75 x 10 <sup>-08</sup>	-	-
	<b>CDA<sup>3</sup></b>	6,12 x 10 <sup>-11</sup>	2,86 x 10 <sup>-11</sup>	1,03 x 10 <sup>-10</sup>	9,65 x 10 <sup>-10</sup>	-	-
	<b>IgS<sup>4</sup></b>	3,04 x 10 <sup>-19</sup>	9,79 x 10 <sup>-20</sup>	3,23 x 10 <sup>-20</sup>	5,71 x 10 <sup>-18</sup>	-	-
	<b>CDS<sup>5</sup></b>	2,46 x 10 <sup>-17</sup>	7,90 x 10 <sup>-18</sup>	2,61 x 10 <sup>-18</sup>	4,61 x 10 <sup>-16</sup>	-	-
<b>Risco total por concelho</b>		1,80 x 10 <sup>-09</sup>	8,43 x 10 <sup>-10</sup>	3,04 x 10 <sup>-09</sup>	2,84 x 10 <sup>-08</sup>	-	-

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo,

Tabela 5e. Quantificação de risco não-cancerígeno para o distrito de Évora.

Substância	Concelho	Rota de Exposição	Montemor-o-Novo	Vendas Novas
<b>Cobre</b>		<b>IA<sup>1</sup></b>	2,96 x 10 <sup>-74</sup>	2,17 x 10 <sup>-73</sup>
		<b>IgA<sup>2</sup></b>	7,58 x 10 <sup>-11</sup>	5,56 x 10 <sup>-10</sup>
		<b>CDA<sup>3</sup></b>	2,66 x 10 <sup>-12</sup>	1,96 x 10 <sup>-11</sup>
		<b>IgS<sup>4</sup></b>	8,30 x 10 <sup>-22</sup>	6,09 x 10 <sup>-21</sup>
		<b>CDS<sup>5</sup></b>	6,71 x 10 <sup>-20</sup>	4,92 x 10 <sup>-19</sup>
<b>Risco total por concelho</b>			7,84 x 10 <sup>-11</sup>	5,76 x 10 <sup>-10</sup>
<b>Zinco</b>		<b>IA<sup>1</sup></b>	-	1,23 x 10 <sup>-36</sup>
		<b>IgA<sup>2</sup></b>	-	5,87 x 10 <sup>-11</sup>
		<b>CDA<sup>3</sup></b>	-	2,06 x 10 <sup>-09</sup>
		<b>IgS<sup>4</sup></b>	-	6,47 x 10 <sup>-22</sup>
		<b>CDS<sup>5</sup></b>	-	5,23 x 10 <sup>-20</sup>
<b>Risco total por concelho</b>			-	2,1 x 10 <sup>-09</sup>

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo,

**Tabela 6e.** Quantificação de risco não-cancerígeno para o distrito de Beja.

<b>Concelho</b> <b>Substância</b>	<b>Rota de</b> <b>Exposição</b>	<b>Castro Verde</b>
<b>Fenol</b>	<b>IA<sup>1</sup></b>	$5,00 \times 10^{-13}$
	<b>IgA<sup>2</sup></b>	$2,50 \times 10^{-12}$
	<b>CDA<sup>3</sup></b>	$8,78 \times 10^{-14}$
	<b>IgS<sup>4</sup></b>	$3,95 \times 10^{-20}$
	<b>CDS<sup>5</sup></b>	$3,19 \times 10^{-18}$
<b>Risco total por concelho</b>		$3,09 \times 10^{-12}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo,

**Tabela 7e.** Quantificação de risco não-cancerígeno para o distrito de Faro.

<b>Concelho</b> <b>Substância</b>	<b>Rota de</b> <b>Exposição</b>	<b>Portimão</b>	<b>Loulé</b>	<b>Lagos</b>	<b>Albufeira</b>
<b>Fósforo</b>	<b>IA<sup>1</sup></b>	$2,26 \times 10^{-03}$	$1,16 \times 10^{-04}$	$5,18 \times 10^{-04}$	$8,70 \times 10^{-04}$
	<b>IgA<sup>2</sup></b>	$9,24 \times 10^{-07}$	$4,76 \times 10^{-08}$	$2,12 \times 10^{-07}$	$3,56 \times 10^{-07}$
	<b>CDA<sup>3</sup></b>	$3,25 \times 10^{-08}$	$1,67 \times 10^{-09}$	$7,46 \times 10^{-09}$	$1,25 \times 10^{-08}$
	<b>IgS<sup>4</sup></b>	$5,77 \times 10^{-14}$	$2,97 \times 10^{-15}$	$1,32 \times 10^{-14}$	$2,22 \times 10^{-14}$
	<b>CDS<sup>5</sup></b>	$4,66 \times 10^{-12}$	$2,40 \times 10^{-13}$	$1,07 \times 10^{-12}$	$1,79 \times 10^{-12}$
<b>Risco total por concelho</b>		$2,26 \times 10^{-03}$	$1,16 \times 10^{-04}$	$5,18 \times 10^{-04}$	$8,70 \times 10^{-04}$

1 – inalação do ar; 2 – ingestão de água; 3 – contacto dérmico com a água; 4 – ingestão de solo; 5 – contacto dérmico com o solo,