

GUIA TÉCNICO

SECTOR QUÍMICO

Lisboa

Novembro 2000

FICHA TÉCNICA

Coordenação :

Engº José Miguel Figueiredo
INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial
DMTP – Departamento de Materiais e Tecnologias de Produção
Estrada do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa
Telefone : 21 716 51 41
Fax : 21 716 65 68
e-mail : Jose.Figueiredo@mail.ineti.pt

Equipa Técnica :

Engª Catarina Alexandra da Fonseca Ribeiro
INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial
DMTP – Departamento de Materiais e Tecnologias de Produção
Estrada do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa
Telefone : 21 716 51 41
Fax : 21 716 65 68
e-mail : Catarina.Ribeiro@mail.ineti.pt

Engª Joana Bagoín Guimarães
INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial
LMI - Laboratório de Microbiologia Industrial
Estrada do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa
Telefone : 21 716 51 41
Fax : 21 716 65 68
e-mail : Joana.Guimaraes@mail.ineti.pt

Engº Paulo Alexandre da Luz Dias Barroca
INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial
DMTP – Departamento de Materiais e Tecnologias de Produção
Estrada do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa
Telefone : 21 716 51 41
Fax : 21 716 65 68
e-mail : Paulo.Barroca@mail.ineti.pt

AGRADECIMENTOS

Para a elaboração do Guia Técnico do Sector Químico contamos com a preciosa colaboração de várias entidades, sem o apoio das quais não tinha sido possível a realização deste Guia. Assim, queríamos apresentar o nosso agradecimento :

- às Associações Industriais, nomeadamente à APEQ (Associação Portuguesa das Empresas Químicas) e à APIFARMA (Associação Portuguesa da Indústria Farmacêutica);
- às empresas que se disponibilizaram para serem visitadas;
- às empresas que se disponibilizaram para divulgação dos casos reais apresentados.

ÍNDICE GERAL

1.INTRODUÇÃO	1
2.OBJECTIVOS.....	2
3.CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR	3
3.1. Subsectores Industriais e universo de estudo.....	3
3.2. Distribuição Geográfica.....	6
3.3. Análise da dimensão das empresas	9
3.3.1. Pessoal ao serviço	9
3.3.2. Volume de vendas.....	11
3.4. Caracterização dos processos de fabrico	11
3.5. Resíduos Industriais.....	17
3.5.1. Análise global dos resíduos do sector e da sua gestão actual	17
3.5.2. Classificação e quantificação dos resíduos.....	20
4. POTENCIAL DE PREVENÇÃO	30
4.1. Síntese do potencial de prevenção previsto	30
4.1.1. Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base.....	30
4.1.2. Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base	30
4.1.3. Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária, Resinoso e seus Derivados.....	30
4.1.4. Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais	31
4.1.5. Fabricação de Produtos Farmacêuticos	31
4.2. Tecnologias / Medidas de prevenção aplicáveis.....	32
4.3. Análise da viabilidade técnica, económica e ambiental de tecnologias/medidas de prevenção – Estudo de casos reais.....	37
4.3.1.	38
<u>Caso 1</u> - Implementação da Tecnologia de Célula de Membrana na indústria de cloro alcalis	38
4.3.1.1. Descrição da tecnologia.....	38
4.3.1.2. Objectivos da sua aplicação	39
4.3.1.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais	39
4.3.1.4. Viabilidade económica	40
4.3.2.	44
<u>Caso 2</u> - Utilização de matéria prima de elevada pureza conjuntamente com a implementação da tecnologia de membrana na indústria de cloro alcalis	44
4.3.2.1. Descrição da medida	44
4.3.2.2. Objectivos da sua aplicação	44
4.3.2.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais	44
4.3.2.4. Viabilidade económica	45
4.3.3.	48
<u>Caso 3</u> – Recuperação e reciclagem de monoclorobenzeno e fosgénio de uma corrente com CCl ₄ através da sua destilação.....	48
4.3.3.1. Descrição da medida	48
4.3.3.2. Objectivos da sua aplicação	48
4.3.3.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais	48
4.3.3.4. Viabilidade económica	49

4.3.4.	50
<u>Caso 4</u> – Utilização de “coating agents” para revestimento das paredes dos reactores de polimerização de PVC.	50
4.3.4.1. Descrição da medida	50
4.3.4.2. Objectivos da sua aplicação	50
4.3.4.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais	50
4.3.4.4. Viabilidade económica	50
4.3.5.	52
<u>Caso 5</u> – Alteração do sistema de remoção de sólidos associado à recuperação de solvente numa empresa de produção de fibras	52
4.3.5.1. Descrição da medida	52
4.3.5.2. Objectivos da sua aplicação	52
4.3.5.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais	52
4.3.5.4. Viabilidade económica	52
4.3.6.	53
<u>Caso 6</u> – Utilização do resíduo proveniente da policondensação do poliéster (glicol sujo) na produção de polímero preto	53
4.3.6.1. Descrição da medida	53
4.3.6.2. Objectivos da sua aplicação	53
4.3.6.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais	53
4.3.6.4. Viabilidade económica	54
4.3.7.	55
<u>Caso 7</u> – Recuperação e reciclagem de etanol de águas-mãe através de evaporação / permeação gasosa	55
4.3.7.1. Descrição da tecnologia	55
4.3.7.2. Objectivos da sua aplicação	55
4.3.7.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais	55
4.3.7.4. Viabilidade económica	56
4.4. Medidas gerais de prevenção e boas práticas	57
5. PREOCUPAÇÕES DO SECTOR EM TERMOS DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	59
BIBLIOGRAFIA	60
LISTA GERAL DE ENTIDADES, INSTITUIÇÕES E ASSOCIAÇÕES NACIONAIS E SECTORIAIS	62
LEGISLAÇÃO	63
NOTA	64
ANEXO – Hierarquização dos resíduos gerados em cada subsector por perigosidade e quantidade	65

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Número de empresas analisadas e número total de empresas existentes nos 5 subsectores analisados.	5
Quadro 2 – Número de empresas e sua distribuição percentual por escalão de pessoal ao serviço para os 5 subsectores analisados.....	10
Quadro 3 – Volume de vendas dos 5 subsectores analisados.	11
Quadro 4 – Quantidade global de resíduos industriais perigosos e não perigosos gerada pelos 5 subsectores analisados.	17
Quadro 5. – Destino actual dos resíduos gerados nos 5 subsectores analisados.	18
Quadro 6 – Quantidade anual de resíduos industriais gerada pela totalidade das 58 empresas analisadas.	21
Quadro 7 – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base e sua correlação com as operações que os geram.....	22
Quadro 8 – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base e sua correlação com as operações que os geram.....	23
Quadro 9 – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária e sua correlação com as operações que os geram.....	24
Quadro 10 – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais e sua correlação com as operações que os geram.	26
Quadro 11 – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de Fabricação de Produtos Farmacêuticos e sua correlação com as operações que os geram.	27
Quadro 12 – Tecnologias / Medidas de prevenção aplicáveis.....	33
Quadro A1 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base.	66
Quadro A2 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base.	67

Quadro A3 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Materiais Plásticos, Resinosos e seus Derivados.	68
Quadro A4 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais.....	69
Quadro A5 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Produtos Farmacêuticos.....	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição por distrito das empresas do subsector da Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base.....	7
Gráfico 2 – Distribuição por distrito das empresas do subsector da Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base.....	7
Gráfico 3 – Distribuição, por distritos, das empresas do subsector da Fabricação de Materiais Plásticos sob forma Primária, Resinosos e seus Derivados.....	8
Gráfico 4 – Distribuição por distrito das empresas do subsector da Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais.....	8
Gráfico 5 – Distribuição por distrito das empresas do subsector da Fabricação de Produtos Farmacêuticos.....	9
Gráfico 6 – Investimento, em função da capacidade, para introdução da tecnologia de membrana	41
Gráfico 7 – Período de Retorno e Valor Líquido Actualizado em função do volume de etanol recuperado.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição geográfica por distrito das empresas do sector Químico.....	6
Figura 2 – Diagrama geral de processo e resíduos gerados na indústria de cloro-alkalis através da tecnologia de mercúrio e da tecnologia de membrana	40
Figura 3 – Comparação das duas possibilidades de utilização da corrente residual de glicol sujo gerada na produção de poliéster.....	54

1.INTRODUÇÃO

O Guia Técnico do sector Químico faz parte integrante do Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI) da responsabilidade do Ministério do Ambiente. Pretende ser um instrumento de trabalho, que auxilie as empresas na adopção de soluções de produção ecoeficiente, por forma a reduzir o quantitativo ou perigosidade dos resíduos actualmente produzidos pelo sector, introduzindo por isso mesmo, benefícios económicos ao nível do processo de fabrico.

O Sector Químico apresenta uma característica que o torna distinto dos restantes sectores em estudo, uma vez que a maioria das empresas pertencentes a este sector e englobadas neste estudo são únicas produtoras a nível nacional dos produtos que fabricam, exceptuado-se algumas muito pontuais excepções. Este facto restringe de uma forma substancial o objectivo do Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais no que se refere ao sector Químico.

Pretende-se que empresas bem sucedidas na implementação de soluções de produção ecoeficiente sejam a massa crítica impulsionadora da mudança em outras empresas similares. No sector Químico este efeito multiplicador não se fará sentir da forma desejada atendendo à já referida especificidade.

No entanto, as empresas que constituem o sector Químico são normalmente subsidiárias de multinacionais, obrigam-se a um rigoroso enquadramento legislativo pelas características dos produtos que fabricam, apresentando por isso, uma grande preocupação pelas questões ambientais. A prevenção da poluição surge em alternativa aos tratamentos de fim de linha numa perspectiva fundamentalmente económica de rentabilização das matérias primas e produtos auxiliares e de colocação/tratamento de resíduos. Verifica-se assim, que praticamente todas as empresas que participaram na obtenção de dados para a elaboração deste Guia têm já implementadas, ou em processo de implementação, tecnologias e medidas de prevenção de resíduos.

2.OBJECTIVOS

O presente Guia Técnico é um instrumento de consulta para as empresas do sector Químico, onde poderão encontrar analisadas tecnologias e medidas de prevenção conducentes a uma minimização da quantidade ou da perigosidade dos resíduos actualmente produzidos, de uma forma economicamente atractiva.

Nesse sentido, efectuou-se um levantamento da quantidade de resíduos industriais produzidos em cada subsector, da situação das empresas no que diz respeito à prevenção de resíduos e das tecnologias e medidas de prevenção já aplicadas ou com potencial de aplicação nas empresas portuguesas, incluindo a sua análise técnica, económica e ambiental.

Deste modo, o Guia Técnico do sector Químico é um elemento difusor das tecnologias /medidas existentes através de exemplos práticos, servindo como instrumento de incentivo para a continuação da aplicação de práticas de prevenção.

3.CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR

3.1. SUBSECTORES INDUSTRIAIS E UNIVERSO DE ESTUDO

O sector Químico engloba a fabricação de uma vasta gama de produtos. Dada a grande diversidade deste sector, foram seleccionados 5 subsectores considerados mais representativos, tendo em conta não só, o volume de produção (cerca de 89,8% do volume de produção do sector deve-se aos subsectores escolhidos, segundo um estudo de caracterização económica do sector químico efectuado pela APEQ em 1995/1996), mas, também, a quantidade de resíduos gerada (os 5 subsectores seleccionados geram cerca de 63% do total de resíduos gerados no sector químico).

Assim, foram estudados os seguintes subsectores :

- Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base (CAE 24130)
- Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base (CAE 24143)
- Fabricação de Materiais Plásticos sob a Forma Primária, Resinosos e seus Derivados (CAE 24160 e 24141)
- Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais (CAE 24700)
- Fabricação de Produtos Farmacêuticos (CAE 24410, 24421 e 24422)

Ficaram excluídos desta fase de estudo os seguintes subsectores :

- Fabricação de gases industriais (CAE 24110)
- Fabricação de corantes e pigmentos (CAE 24120)
- Fabricação de carvão e produtos associados (CAE 24142)
- Fabricação de explosivos e artigos de pirotecnia (CAE 24610)
- Fabricação de óleos essenciais (CAE 24630)
- Fabricação de produtos químicos para fotografia (CAE 24640)
- Fabricação de suportes de informação não gravados (CAE 24650)
- Fabricação de outros produtos químicos (CAE 24661, 24662 e 24663)

Estes subsectores não seleccionados englobam um total de 23 empresas, as quais geram cerca de 2,4% do total de resíduos produzidos no sector Químico.

Os subsectores correspondentes à Fabricação de Borracha Sintética sob Formas Primárias (CAE 24170); Fabricação de Tintas, Vernizes e Produtos Similares, Mastiques e Tintas de Impressão (CAE 24301 e 24302); Fabricação de Colas e Gelatinas (CAE 24620); Fabricação de Adubos e Compostos Azotados (CAE 24151); Fabricação de Pesticidas e outros Produtos Agroquímicos (CAE 24200) e Fabricação de Sabões e Detergentes, Produtos de Limpeza e de Polimento, Perfumes e Produtos de Higiene (CAE 24511, 24512 e 24520) embora com um número CAE que os insere no sector químico, foram estudados no âmbito dos sectores específicos.

Estes subsectores são responsáveis pela produção de 34,6% dos resíduos.

Do universo dos subsectores analisadas foram estudadas 58 empresas de um total de 68. A identificação das empresas para envio de questionário ou visita foi efectuada com o apoio da Associação Portuguesa das Empresas Químicas (APEQ) e da Associação Portuguesa da Indústria Farmacêutica (APIFARMA), o qual agradecemos.

Relativamente aos 4 primeiros subsectores, foram objecto de análise um total de 23 empresas, das quais 17 são associadas da APEQ.

O subsector da Fabricação de Produtos Farmacêuticos divide-se em 3 grupos de acordo com o tipo de actividade :

- Produtores primários (empresas que produzem princípios activos),
- Produtores secundários (empresas que efectuam a formulação de princípios activos para obtenção de medicamentos) e
- Embaladoras (empresas que apenas efectuam o comércio dos produtos já fabricados).

O estudo centrou-se nas 4 empresas produtoras primárias e nas 35 empresas produtoras secundárias existentes em Portugal, segundo informação da APIFARMA e da APEQ. Do total foram obtidos dados de 35 empresas, através da consulta dos seus Mapas de Registo de Resíduos, dos dados fornecidos pelo Instituto dos Resíduos e/ou visitas às empresas. Os dados respeitantes às restantes empresas não foram facultados.

As empresas embaladoras não foram consideradas no âmbito deste estudo, face ao nível reduzido de resíduos gerados.

No Quadro 1, apresenta-se, para os 5 subsectores seleccionados, o número de empresas das quais foi possível obter dados, relativamente ao número total de empresas existentes. Neste enquadramento, é de realçar que, em média, 85% das empresas em actividade industrial foram sujeitas a caracterização.

Quadro 1 – Número de empresas analisadas e número total de empresas existentes nos 5 subsectores analisados.

Subsector	Empresas caracterizadas	Nº total de empresas	% de empresas caracterizadas
Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base	7	7	100
Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base	3	4	75
Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária, Resinosos e seus Derivados	11	16	69
Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais	2	2	100
Fabricação de Produtos Farmacêuticos	35	39	90
TOTAL	58	68	85

3.2. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A distribuição geográfica das empresas pertencentes aos 5 subsectores seleccionados é apresentada na Figura 1. Verifica-se que a maioria das empresas, cerca de 66%, se encontra a exercer a sua actividade industrial no distrito de Lisboa. Seguem-se os distritos de Aveiro e de Setúbal, onde estão localizadas, em cada, 8 empresas (14% do total) e o distrito do Porto, com 4 empresas.

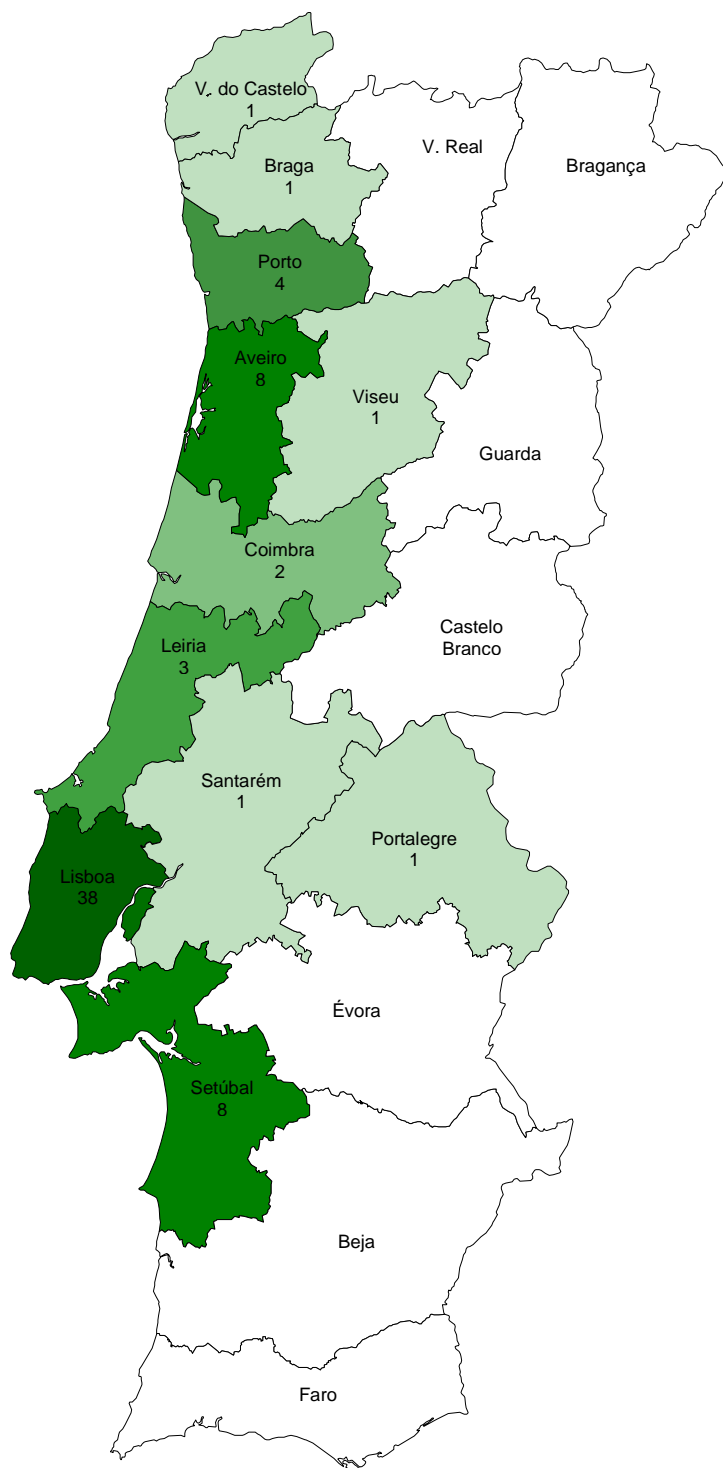


Figura 1 – Distribuição geográfica por distrito das empresas do sector Químico.

Uma vez que a região onde se concentra o maior número de empresas de um dado subsector difere de acordo com o subsector em causa, apresenta-se nos gráficos seguintes a distribuição geográfica, por distrito, para cada um deles.

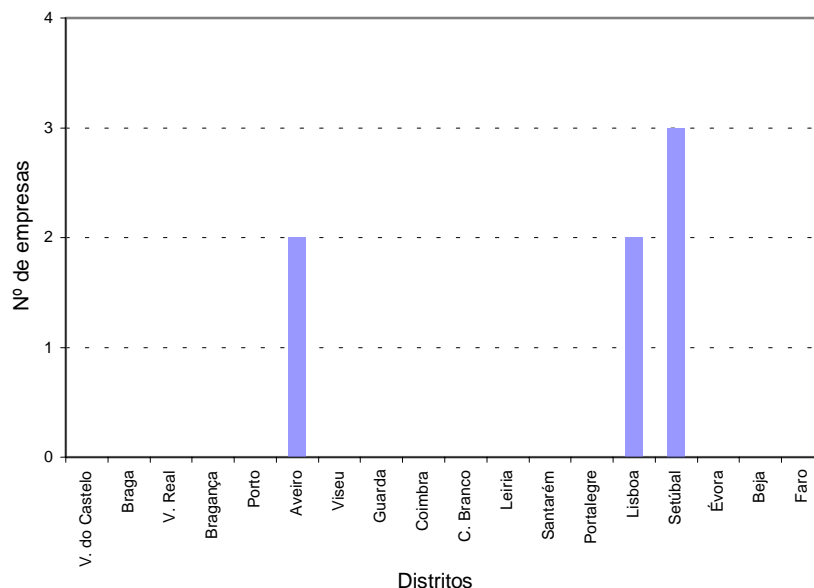


Gráfico 1 – Distribuição por distrito das empresas do subsector da Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base

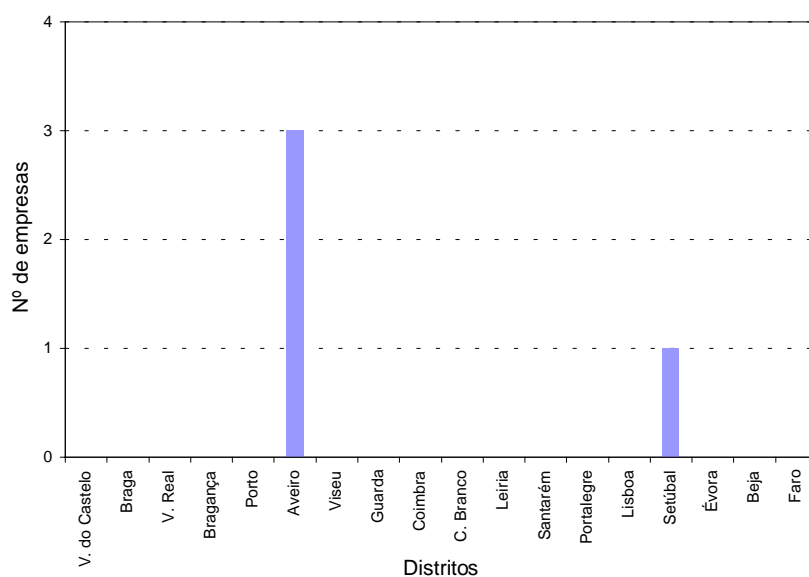


Gráfico 2 – Distribuição por distrito das empresas do subsector da Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base

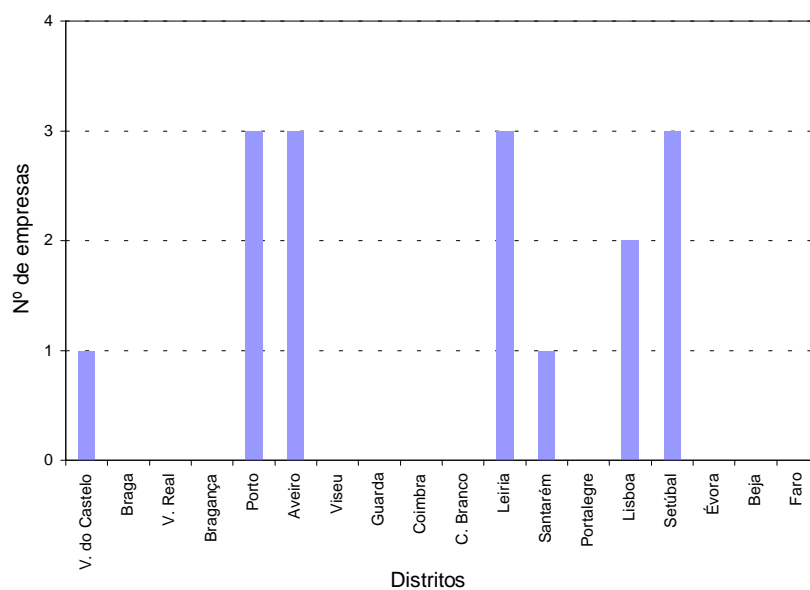


Gráfico 3 – Distribuição por distrito das empresas do subsector da Fabricação de Materiais Plásticos sob forma Primária, Resinosos e seus Derivados

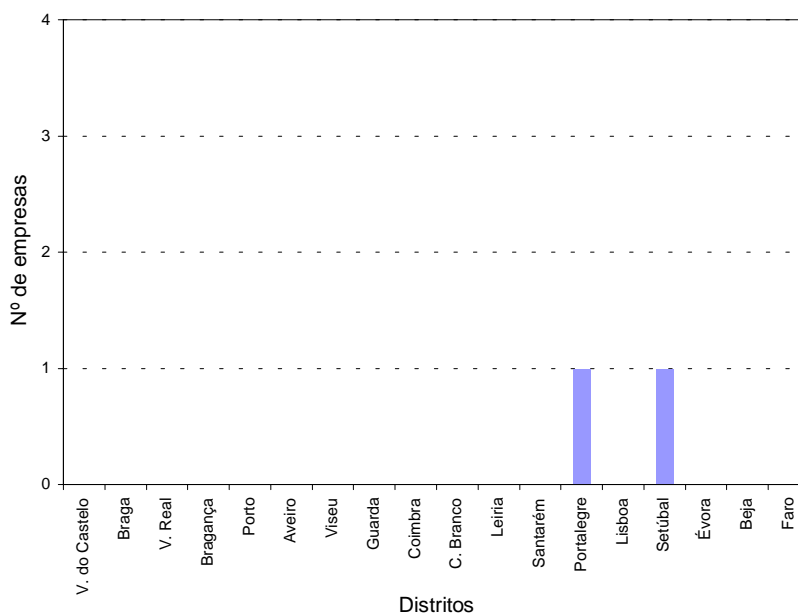


Gráfico 4 – Distribuição por distrito das empresas do subsector da Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais

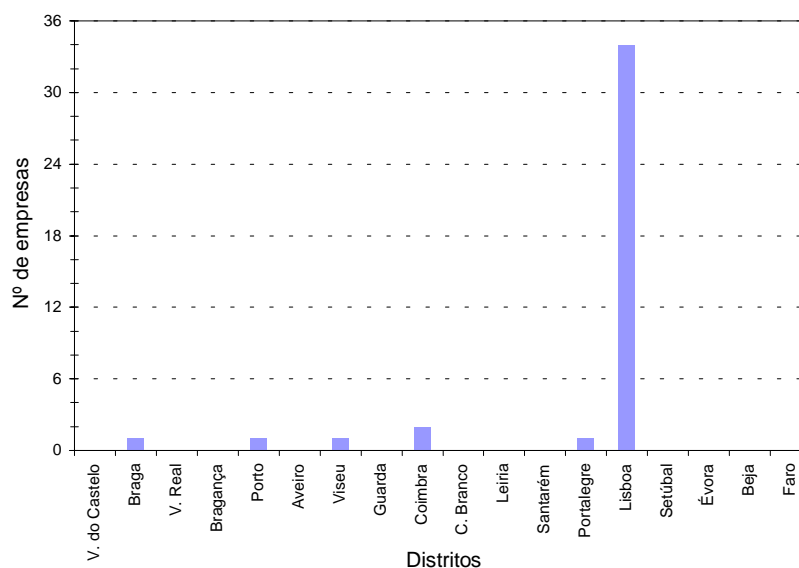


Gráfico 5 – Distribuição por distrito das empresas do subsector da Fabricação de Produtos Farmacêuticos

3.3. ANÁLISE DA DIMENSÃO DAS EMPRESAS

3.3.1. Pessoal ao serviço

No Quadro 2 é apresentada a distribuição das empresas por escalão de pessoal ao serviço. Verifica-se que uma percentagem significativa das empresas, cerca de 63%, são médias e grandes empresas, empregando acima de 50 trabalhadores, ao contrário do que se verifica em outros sectores industriais. Os subsectores de Fabricação de Produtos Farmacêuticos e de Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais são exemplares neste aspecto.

Quadro 2 – Número de empresas e sua distribuição percentual por escalão de pessoal ao serviço para os 5 subsectores analisados.

Subsector		Nº de empregados					
		1 - 9	10 - 19	20 - 49	50 - 99	100 – 499	≥ 500
Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base	Nº de empresas	1	1	0	1	3	1
	% do número total de empresas	14,3	14,3	0	14,3	42,8	14,3
Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base	Nº de empresas	0	0	1	2	1	0
	% do número total de empresas	0	0	25	50	25	0
Fabricação de Materiais Plásticos, Resinosos e seus Derivados	Nº de empresas	1	1	9	2	2	1
	% do número total de empresas	6,2	6,2	56,4	12,5	12,5	6,2
Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais	Nº de empresas	0	0	0	0	2	0
	% do número total de empresas	0	0	0	0	100	0
Fabricação de Produtos Farmacêuticos	Nº de empresas	0	4	5	10	20	0
	% do número total de empresas	0	10,2	12,8	25,6	51,4	0
Sector Químico (global)	Nº de empresas	2	6	15	15	28	2
	% do número total de empresas	3	8,8	22	22	41,2	3

3.3.2. Volume de vendas

Em 1998, segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), as vendas correspondentes aos 5 subsectores analisados atingiram um valor total de cerca de 93,3 milhões de contos, distribuídos pelos diferentes subsectores da forma indicada no Quadro 3 (para os três primeiros subsectores apresentados, o volume de vendas não estava contabilizado individualmente para cada um deles, razão pela qual se apresenta o volume de vendas total dos três subsectores).

Quadro 3 – Volume de vendas dos 5 subsectores analisados.

Subsector	Volume de vendas (milhões de contos)
Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base	37
Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base	
Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária, Resinosos e seus Derivados	
Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais	3,8
Fabricação de Produtos Farmacêuticos	52,5
TOTAL	93,3

3.4. CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE FABRICO

Referem-se de seguida os produtos químicos fabricados nos 5 subsectores seleccionados, fazendo-se uma descrição sumária do seu processo de fabrico.

• Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base

As 7 empresas estudadas pertencentes ao subsector da Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base (CAE 24130) englobam a produção dos seguintes produtos :

- Fosfato dicálcico – este composto obtém-se a partir de ácido clorídrico, fosforite e cal;

- Sulfato de alumínio, Policloreto de alumínio - estes produtos resultam da reacção de um mineral de alumínio com um ácido (ácido sulfúrico ou ácido clorídrico). Da produção destes compostos resulta uma quantidade pequena de resíduos, que apresentam características inertes, estando a sua origem na operação de filtração dos produtos;

- Amoníaco - a síntese do amoníaco baseia-se na reacção catalítica e em fase gasosa do azoto com o hidrogénio. Os resíduos gerados dizem apenas respeito aos catalizadores usados;

- Ureia - é obtida através da reacção entre o amoníaco e o dióxido de carbono, a alta pressão e temperatura, produzindo-se carbonato de amónio, posteriormente desidratado para formar ureia e água. A produção deste composto não gera resíduos;

- Nitrato de amónio - é obtido pela neutralização do ácido nítrico com amoníaco gasoso. A produção deste composto não gera resíduos.

- Ácido nítrico - a sua produção ocorre pelo processo "double pressure", que compreende a oxidação da amónia a NO_2 , num reactor catalítico com catalizador de platina, seguindo-se a absorção em água do NO_2 , com a consequente produção de HNO_3 . O único resíduo gerado na produção deste ácido é o catalizador usado. No entanto, o catalizador possui um tempo de vida bastante longo;

- Negro de fumo - é uma forma de carbono finamente dividida, obtida por combustão incompleta de compostos orgânicos (ex. alcatrões, acetileno). Resultam como resíduos da produção deste composto, essencialmente, negro de fumo não conforme as especificações e resíduos de limpeza de tanques contendo hidrocarbonetos;

- Cloro, Soda cáustica, Hidrogénio, Ácido clorídrico, Hipoclorito de sódio - o processo de fabrico destes produtos tem por operação base a electrólise da salmoura, sendo a operação de tratamento/purificação dessa salmoura a principal fonte geradora de resíduos neste tipo de indústria;

- Carbonato de sódio, Bicarbonato de sódio - o bicarbonato de sódio obtém-se a partir de cloreto de sódio e de bicarbonato de amónio, sendo este formado, por sua vez, a partir da reacção do amoníaco, da água e do CO_2 . O CO_2 é produzido nos fornos de cal a partir da calcinação de calcário (CaCO_3). O bicarbonato de sódio quando aquecido transforma-se em carbonato de sódio, água e CO_2 . O óxido de cálcio produzido nos fornos de cal é utilizado na produção de amoníaco. Os fornos de cal constituem a fonte de resíduos associados à produção destes dois compostos;

- Cloreto de cálcio - este composto é produzido por cloração de cal triturada e hidratada, estando associada a esta produção o mesmo tipo de resíduos referido anteriormente;

- Silicato de sódio - é produzido a partir do carbonato de sódio e areia (SiO_2) por mistura e fusão;

- Clorato de sódio - este composto obtém-se por electrólise do cloreto de sódio;

- Peróxido de hidrogénio - é produzido por oxidação catalítica do hidrogénio (usando um catalizador de paládio e antraquinona), na presença de oxigénio. A 2-etilantraquinona é reduzida à respectiva hidroquinona, através da reacção com hidrogénio. A hidroquinona é depois separada e oxidada, por uma corrente de ar, regenerando-se a antraquinona e convertendo-se o oxigénio em peróxido de hidrogénio.

• **Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base**

As 3 empresas caracterizadas pertencentes ao subsector da Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base (CAE 24143) englobam a fabricação de :

- Isocianato - a produção de isocianato é constituída essencialmente por 4 unidades : (1) Unidade de fosgénio, onde ocorre a reacção, em reactores catalíticos com carvão activado, do Cl_2 com o CO com formação de fosgénio; (2) Unidade de aminas poliméricas, onde ocorre a reacção da anilina com a formalina, com obtenção de metil difenil amina (MDA); (3) Unidade de fosgenação, onde ocorre a reacção do fosgénio com a MDA, com formação do metil difenil isocianato (MDI), estando os reagentes dissolvidos em monoclorobenzeno; e (4) Unidade de purificação, onde é efectuada a purificação da corrente formada na unidade de fosgenação, para separação e reutilização do monoclorobenzeno. Os resíduos gerados são, essencialmente, resíduos provenientes de limpezas e purgas efectuadas nas Unidades de aminas poliméricas e de fosgenação, o resíduo da base da coluna de destilação na unidade de purificação e as lamas da ETAR. A maior quantidade de resíduos gerada anualmente deve-se a estes dois últimos resíduos referidos;

- Mononitrobenzeno - resulta da reacção em meio ácido do HNO_3 com benzeno. A corrente, contém para além do mononitrobenzeno nitrofenóis, pelo que tem que ser lavada com amónia. Daqui resulta um resíduo correspondente ao líquido de lavagem;

- Anilina - é obtida da reacção do nitrobenzeno com o H_2 , na presença de um catalizador de níquel. Os licores provenientes de lavagens são destilados para recuperação de anilina, obtendo-se um resíduo da destilação;

- Formaldeído - resulta da oxidação do metanol. O metanol é introduzido num reactor onde é oxidado na presença de ar. Desta etapa, resulta o formaldeído (gás) que, após arrefecimento, é absorvido em água;

- Resinas de fenol-formaldeído, ureia-formaldeído e melamina-formaldeído - as resinas derivadas do formaldeído resultam da reacção de condensação do formaldeído com fenois, ureia e melamina, respectivamente. Os resíduos gerados na produção destes compostos são, essencialmente, resinas que solidificam em consequência de problemas no processo de fabrico ou do armazenamento prolongado (que têm que ser rejeitadas) e lamas da ETAR.

• **Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária, Resinoso e seus Derivados**

As 11 empresas caracterizadas pertencentes ao subsector da Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária, Resinosos e seus Derivados (CAE 24160 e 24141) abrangem a produção dos seguintes produtos :

- Anidrido ftálico - é obtido a partir da oxidação do ortoxileno com o oxigénio presente no ar. O anidrido ftálico formado é depois purificado, através de uma destilação, de onde resulta um resíduo. Os plastificantes (ftalatos) são produzidos a partir da reacção de esterificação do anidrido ftálico com um oxo-álcool (di-etil-hexil ftalato). Esta reacção é catalizada com um catalizador de titânio. Para controlar a acidez da esterificação é utilizado CaCO_3 , o que implica a posterior filtração dos ftalatos, resultando desta operação um resíduo de filtração. Da própria esterificação resultam também as águas de esterificação constituídas por água e vestígios de álcool;

- Policloreto de vinilo - designado por PVC, é um material polimérico que resulta da polimerização dos monómeros de cloreto de vinilo (VCM) no seio da água e em presença de aditivos adequados. São produzidos dois tipos de PVC : PVC tipo suspensão (SPVC) e PVC tipo emulsão (EPVC). Os dois processos de fabrico diferem, principalmente, nas fases posteriores à polimerização. Na fabricação do SPVC, a fase de secagem é precedida por uma etapa de remoção de água por centrifugação, enquanto que, no EPVC, não existe processo de separação mecânica da água, sendo toda ela vaporizada por acção do calor na etapa de secagem. A maior parcela de resíduos gerados na fabricação destes produtos diz respeito a resíduos de PVC, tais como escamas (depósitos de PVC que ficam retidos nas paredes dos reactores) e a lamas da ETAR (que apresentam um teor em PVC da ordem dos 80%);

- Resinas de poliéster (polietileno teraftalato) - obtêm-se da reacção de esterificação de diácidos orgânicos (anidrido ftálico ou anidrido maleico) com um glicol ou misturas de glicóis, diluídas num monómero (normalmente estireno);

- Resinas alquídicas - são produzidas através de reacções de esterificação por policondensação dos seguintes três tipos de monómeros : ácidos gordos ou óleos triglicéridos (ex. soja, linhaça), ácidos policarboxílicos (ex. ftálico) e polióis (glicerol ou pentaeritritol), sendo posteriormente diluídas em solventes (ex. xileno, white spirit);

- Resinas de emulsão - resultam da reacção de polimerização em meio aquoso, obtendo-se polímeros em dispersão aquosa. A reacção dá-se entre compostos insaturados e produz-se nos grupos vinilo. Pode ser usada uma grande variedade de monómeros insaturados, obtendo-se deste modo polímeros com diferentes grupos ligados à cadeia do polímero. Os monómeros mais utilizados são o estireno, o acetato de vinilo, o versanato de vinilo, o n-butil acrilato e o metil metacrilato;

- Resinas duras - obtêm-se a partir da colofónia. Quimicamente, a colofónia é constituída em cerca de 90% pelos chamados ácidos resínicos, que possuem dois centros reactivos e que, por isso, são capazes de sofrer um grande número de transformações químicas de interesse industrial. Assim, as resinas derivadas da colofónia podem ser obtidas através de diferentes reacções como sejam, a desidrogenação + esterificação, a desidrogenação + esterificação + adição, entre outras. Na produção destes quatro tipos de resinas não se geram resíduos. No entanto, poderão pontualmente existir resinas não conforme as especificações e que por isso têm que ser rejeitadas, constituindo, neste caso, um resíduo.

- Polietilenos - podem ser obtidos sob pressão elevada (polietileno de baixa densidade - PEBD) ou sob baixa pressão (polietileno de alta densidade - PEAD). O PEBD obtém-se fazendo passar etileno a pressão elevada através de um reactor em presença de iniciadores de reacção com radicais livres. Forma-se uma mistura de monómero e polímero que se separa por redução de pressão numa corrente rica em monómero (reciclada) e noutra rica no polímero. O PEAD é obtido, igualmente, a partir da polimerização do etileno, mas na presença de um catalizador de crómio e de alumina. Os resíduos gerados na produção de polietilenos são, essencialmente, produtos não conforme as especificações, polímeros contaminados e catalizadores usados;

- Poliuretano - forma-se por polimerização, a partir do isocianato e um de poliálcool;

• **Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais**

As 2 empresas pertencentes ao subsector da Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais (CAE 24700) abrangem a produção dos seguintes tipos de fibras :

- Fibra acrílica - é produzida a partir dos monómeros acrilonitrilo e acetato de vinilo, que sofrem uma polimerização em suspensão aquosa. O polímero é, em seguida, dissolvido num solvente (dimetilacetamida), a que se adicionam determinados aditivos (operação designada por preparação do xarope). Este xarope sofre um processo de extrusão numa fieira, em que se obriga o xarope a passar através de vários orifícios, sendo simultaneamente injectada uma corrente de gás ou vapor quente que provoca a evaporação do solvente e a solidificação do polímero em filamentos. O solvente utilizado é recuperado, resultando desta operação um resíduo líquido e um resíduo sólido. Os filamentos são, posteriormente, submetidos a diferentes tratamentos, consoante as características finais pretendidas para a fibra (corte, lubrificação, torção, frisagem). Além dos resíduos já referidos, são também geradas lamas resultantes do tratamento dos efluentes gerados no processo (ex. águas de lavagem dos equipamentos);

- Fibras de poliéster - são obtidas a partir de ácido teraftálico e glicol. Estes compostos sofrem, inicialmente, uma esterificação que dá origem ao monómero, seguida de uma policondensação onde se forma o polímero polietileno teraftalato (PET). Desta operação resulta uma corrente residual, contendo glicol e monómero, que é destilada para recuperação do glicol, gerando-se um resíduo de destilação. O PET segue posteriormente para uma operação de extrusão e daí para uma operação de estiramento por fusão, onde são formadas as fibras, por passagem do polímero fundido através dos orifícios de uma fieira. Além do resíduo de destilação já referido, existem também resíduos de PET provenientes do processo e lamas da ETAR.

• **Fabricação de Produtos Farmacêuticos**

As empresas farmacêuticas primárias produzem antibióticos, agentes de meio de contraste e esteróides. Os processos de fabrico diferem de acordo com o produto em causa, mas são, de modo geral, constituídos pelas seguintes operações: reacção (normalmente com um ou mais solventes), destilação, centrifugação, filtração, secagem e embalagem. Destas operações resultam, essencialmente, como resíduos, misturas líquidas contendo solventes e bolos de filtração.

As empresas produtoras secundárias formulam diversos princípios activos para produção de produtos tais como, cápsulas, comprimidos, cremes, soluções orais, supositórios e xaropes.

A produção de cápsulas, comprimidos, drageias, pós e supositórios inicia-se, para todos estes compostos, com a pesagem e conferência das matérias primas, de onde resultam resíduos dos materiais de acondicionamento. Em seguida, efectuam-se diferentes operações consoante o tipo de produto, como sejam mistura, tamização, granulação, revestimento, secagem, enchimento, calibração compressão e drageificação. Estas operações podem originar resíduos de pós ou pasta (no caso dos supositórios) inferiores a 1% da matéria prima utilizada. Segue-se o acondicionamento primário, que pode originar resíduos de PVC e alumínio e o acondicionamento secundário, que pode originar resíduos de papel e cartão. Todos os passos, desde a recepção das matérias primas, são rigorosamente controlados, originando-se resíduos do controlo de qualidade, nomeadamente medicamentos rejeitados e solventes.

A produção dos restantes produtos, cremes, loções, pomadas, soluções nasais, soluções orais e xaropes, inicia-se, igualmente, pela pesagem das matérias primas onde se originam resíduos dos materiais de acondicionamento. De seguida é efectuada a desinfecção do equipamento de fabrico a que se seguem diferentes operações consoante o produto em causa : preparação das fases oleosa e aquosa, mistura, adição da pasta, formação da emulsão, filtração, fusão das massas sólidas, dispersão, trituração, uniformização, solidificação, homogeneização e arrefecimento. Destas operações podem resultar resíduos de pasta (no caso dos cremes e pomadas), emulsões (no caso das loções), soluções (no caso das soluções orais e nasais)

ou xaropes, inferiores a 1% da matéria prima utilizada. Por último, é efectuado o acondicionamento primário, que pode originar resíduos de bisnagas e/ou frascos de vidro, e o acondicionamento secundário, que pode originar resíduos de papel e cartão. Como acontece com os restantes produtos atrás mencionados, todas as operações desde a recepção das matérias primas são rigorosamente controladas, daí resultando resíduos do controlo de qualidade, nomeadamente medicamentos rejeitados e solventes.

3.5. RESÍDUOS INDUSTRIAIS

3.5.1. Análise global dos resíduos do sector e da sua gestão actual

A primeira fase de elaboração do PNAPRI passou pela inventariação do tipo e quantidade de resíduos industriais gerados pelos cinco subsectores seleccionados, assim como, a sua correlação com as várias operações do processo de fabrico. Para isso recorreu-se à consulta de dados fornecidos pelo Instituto dos Resíduos e a visitas às próprias empresas.

No Quadro 4 são apresentadas as quantidades globais de resíduos perigosos e não perigosos, relativas ao ano de 1998, geradas em cada um dos 5 subsectores analisados. A classificação de perigosidade dos resíduos é a constante no Catálogo Europeu de Resíduos.

Quadro 4 – Quantidade global de resíduos industriais perigosos e não perigosos gerada pelos 5 subsectores analisados.

Subsector	Quantidade de resíduos (t/ano)		TOTAL
	Perigosos	Não perigosos	
Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base	3 926	2 370	6 296
Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base	26 604	219	26 823
Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária, Resinosos e seus Derivados	3 345	5 936	9 281
Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais	141	941	1 082
Fabricação de Produtos Farmacêuticos	21 000	5 794	26 794
TOTAL	55 016	15 260	70 276

Da análise deste quadro, constata-se que cerca de 76% dos resíduos produzidos pelos subsectores estudados dizem respeito à Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base e Fabricação de Produtos Farmacêuticos, praticamente em igual proporção.

No Decreto-Lei nº239/97 de 9 de Setembro são estabelecidas as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos, nomeadamente os processos de recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação. Este Decreto-Lei atribui ainda ao produtor a responsabilidade pelo destino final dos resíduos (sem prejuízo da responsabilidade dos restantes intervenientes no seu circuito de gestão), tendo igualmente que suportar os custos inerentes ao processo.

Neste sub-capítulo faz-se referência ao destino final dos resíduos produzidos pelo sector Químico, nomeadamente, pelos 5 subsectores analisados, não focando aqui aspectos como o transporte e o tipo de armazenagem.

O destino final dos resíduos gerados no sector Químico e provenientes do processo de fabrico propriamente dito difere de acordo com o subsector em causa. Com base em visitas efectuadas a várias empresas, verifica-se que a gestão dos resíduos, nos diferentes subsectores, é efectuada da forma apresentada na Quadro 5.

Quadro 5. – Destino actual dos resíduos gerados nos 5 subsectores analisados.

Subsector	Destino dos resíduos					
	Aterro	Incineração	Armazenamento na empresa	Reutilização /valorização	Recuperação de solventes	Outros destinos (*)
Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base	0%	0,06%	98%	1,9%	0,04%	0%
Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base	0,02%	99,9%	0,02%	0%	0,06%	0%
Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária, Resinosos e seus Derivados	7%	14%	71%	1,5%	6,5%	0%
Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais	64%	2%	34%	0%	0%	0%
Fabricação de Produtos Farmacêuticos	8,5%	57%	0,1%	0,1%	20%	14,3%

(*) Compostagem, biodegradação ou destino desconhecido.

Estes valores revelam que grande parte dos resíduos ficam armazenados nas empresas, por não existirem, no País, destinos adequados. Este procedimento é efectuado sobretudo nas empresas dos subsectores da Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base e Fabricação de Materiais Plásticos, Resinosos e seus Derivados. Esta situação é uma fonte de preocupação para as empresas, que não encontram escoamento para os seus resíduos, inevitavelmente, gerados no seu processo produtivo.

Outras empresas optam por enviar os resíduos para aterros ou para incineradoras fora do país. Este procedimento é seguido, maioritariamente, pelas empresas pertencentes aos subsectores da Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais e da Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base, respectivamente.

Uma pequena parcela dos resíduos é depositada em aterros municipais e incinerados nas próprias empresas.

Os resíduos que têm como destino a reutilização/valorização incluem, por exemplo, resíduos utilizados como matéria prima para a fabricação de outro produto (subsector da Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base) e resíduos utilizados na agricultura (subsector da Fabricação de Materiais Plásticos, Resinosos e seus Derivados). Está prevista, no subsector da Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais, a utilização de um resíduo na produção de um novo produto, o que conduzirá à redução da quantidade de resíduos armazenada.

No caso da indústria farmacêutica, uma parte dos resíduos tem como destino a compostagem e/ou a biodegradação.

Existem grandes dificuldades de escoamento para os resíduos de medicamentos e respectivas embalagens, que não podem ser reciclados no processo de fabrico devido ao elevado grau de pureza exigido para os produtos deste tipo de indústria. À falta de empresas licenciadas para efectuarem o transporte destes resíduos, associa-se a falta de destinos adequados, obrigando as empresas a acumularem os resíduos nas suas instalações ou a enviarem-nos para fora do País.

Relativamente aos catalizadores usados, não se obtiveram, para a maioria dos subsectores, dados quantitativos que permitissem efectuar uma contabilização de acordo com o seu destino. No entanto, verifica-se que a maioria das empresas envia os catalizadores usados aos respectivos fornecedores. Em alguns casos, como é o da Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais, os catalizadores ficam incorporados no produto final.

Existem resíduos que não têm origem no processo de fabrico propriamente dito nos quais se incluem as embalagens e os produtos de manutenção de equipamentos. Relativamente às embalagens de matérias primas, algumas empresas estabelecem já contratos, no âmbito dos quais estas são devolvidas aos respectivos fornecedores. Quando tal não acontece, é pratica comum que

as embalagens de plástico, de vidro, de papel e de cartão sejam recolhidas por empresas especializadas, que, posteriormente, fazem a sua reciclagem. As embalagens de metal ou outros resíduos metálicos são vendidos a empresas que efectuam a sua reciclagem ou procedem à recuperação de metais. No entanto, uma grande parte é vendida a sucateiros.

Relativamente aos óleos usados, as empresas visitadas efectuam a sua recolha e entregam-nos a empresas licenciadas que procedem à sua valorização através de regeneração, recuperação ou utilização como combustível.

3.5.2. Classificação e quantificação dos resíduos

Com base na análise da quantidade e do tipo de resíduos industriais gerados pelas 58 empresas que constituem o universo deste estudo, é possível agrupar esses resíduos em 11 categorias principais (de acordo com o Catálogo Europeu de Resíduos), às quais correspondem as quantidades estimadas que são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Quantidade anual de resíduos industriais gerada pela totalidade das 58 empresas analisadas.

Código CER	Resíduo	Quantidade (t / ano)					TOTAL
		Fabricação de produtos químicos inorgânicos de base	Fabricação de produtos químicos orgânicos de base	Fabricação de materiais plásticos sob a forma primária, resinosos e seus derivados	Fabricação de fibras sintéticas ou artificiais	Fabricação de produtos farmacêuticos de base	
06 00 00	Resíduos de processos químicos inorgânicos	5 621	---	16	---	7 003	12 640
07 00 00	Resíduos de processos químicos orgânicos	---	26 429	7 190	939	15 271	49 829
10 00 00	Resíduos inorgânicos de processos térmicos	22	7	60	---	2	91
13 00 00	Óleos usados	81,2	12	670	10	2 507	3 280
14 00 00	Resíduos de substâncias orgânicas utilizadas como solventes	2	1,04	1,22	0,48	1	5,74
15 00 00	Embalagens, absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes e vestuário de protecção	75	24	900	72	1 130	2 201
16 00 00	Resíduos não especificados no CER	99,8	213	209	---	---	522
17 00 00	Resíduos de construção e demolição	325	---	---	---	---	325
18 00 00	Resíduos da prestação de cuidados de saúde a seres humanos ou animais e/ou investigação	---	---	---	---	34,3	34,3
19 00 00	Resíduos de instalações de tratamento de resíduos, de estações de tratamento de águas residuais e da indústria da água	59	94	106	---	---	259
20 00 00	Resíduos urbanos e resíduos similares do comércio, indústria e serviços	11	42,6	129	60	846	1 089
	TOTAL	6 296	26 823	9 281	1 082	26 794	70 276

Nos Quadros 7 a 11, apresenta-se a classificação detalhada dos resíduos por subsector. Faz-se, igualmente, a sua correlação com as operações unitárias que lhes dão origem. Os resíduos cujo número CER é indicado a vermelho correspondem aos resíduos classificados como perigosos.

Quadro 7 – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de origem
Soluções salinas contendo sulfatos, sulfitos ou sulfuretos	06 03 02	(*)
Sais e soluções contendo compostos orgânicos	06 03 12	Lavagens
Outros resíduos não especificados de sais e suas soluções	06 03 99	Tratamento de salmoura
Óxidos metálicos	06 04 01	Secagem de ar
		Filtração de sais de alumínio
Resíduos contendo mercúrio	06 04 04	Tratamento de salmoura
		Purgas e abertura de células de mercúrio
		Filtração de NaOH e H ₂ (desmercurização)
Resíduos contendo outros metais pesados	06 04 05	(*)
Outros catalizadores usados	06 12 02	(*)
Negro de fumo	06 13 03	(*)
Cinzas volantes de óleo	10 01 04	Limpeza de caldeiras
Outros óleos hidráulicos	13 01 07	Manutenção de equipamentos
Óleos não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 02	Manutenção de equipamentos
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 03	Manutenção de equipamentos
Outros óleos usados não especificados	13 06 01	(*)
Outros solventes e misturas de solventes (não halogenados)	14 01 03	Lavagem de peças
Embalagens de papel e cartão	15 01 01	Armazenamento/Embalamento
		Armazenamento/Embalamento
		Armazenamento/Embalamento
Embalagens de plástico	15 01 02	Filtração (negro de fumo)
		Manutenção de equipamentos
Embalagens de madeira	15 01 03	Desmontagem de equipamento eléctrico usado contendo PCB
		Equipamento fora de uso
Transformadores e acumuladores contendo PCB ou PCT	16 02 01	Equipamento fora de uso
Outro equipamento fora de uso	16 02 05	Limpeza de depósitos
Outros resíduos não especificados da limpeza de depósitos de armazenagem	16 07 99	

(*) Não foi possível identificar a operação de origem deste resíduo.

Quadro 7 (cont.) – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de origem
Resíduos de betão e tijolos	17 01 01 /02	(*)
Resíduos de cobre	17 04 01	Sucata
Resíduos de ferro e aço	17 04 05	Sucata
Outros materiais de isolamento (não contendo amianto)	17 06 02	(*)
Resinas de troca iónica saturadas ou fora de uso	19 09 05	Desmineralização de águas
Mistura de óleos e gorduras da separação óleos/água residual	19 08 03	Tratamento de águas residuais industriais
Lamas do tratamento de águas residuais industriais	19 08 04	Tratamento de águas residuais industriais
Papel e cartão	20 01 01	Armazenamento/Embalamento

(*) Não foi possível identificar a operação de origem deste resíduo.

Quadro 8 – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de origem
Lamas do tratamento local de efluentes	07 01 02	Tratamento de águas residuais industriais
Líquidos de lavagem e licores-mãe aquosos	07 01 01	Destilação de recuperação de anilina
		Lavagem de mononitrobenzeno
Solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe orgânicos halogenados	07 01 03	Reacção de fosgenação
Outros solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe orgânicos de processos químicos orgânicos	07 01 04	Laboratório
Outros catalizadores usados	07 01 06	Resíduo do processo
Resíduos de destilação e resíduos de reacção halogenados	07 01 07	Laboratório
		Destilação
Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção	07 01 08	Destilação
		Purgas e lavagens
		Limpeza de reactores
Outros resíduos não especificados de processos químicos orgânicos	07 01 99	Manutenção de equipamentos
Cinzas de processos térmicos	10 01 01	Limpeza de caldeiras
Óleos não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 02	Manutenção de equipamentos
Outros solventes e misturas de solventes	14 01 03	Lavagem de peças
Embalagens de papel e cartão	15 01 01	Armazenamento/Embalamento

Quadro 8 (cont.) – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de origem
Embalagens de plástico	15 01 02	Armazenamento/Embalamento
Embalagens de metal	15 01 04	Armazenamento/Embalamento
Outros resíduos de produtos químicos inorgânicos	16 05 02	(*)
Resíduos da limpeza de tanques de transporte e de depósitos de armazenagem	16 07 00	Limpeza de tanques de transporte e de depósitos de armazenagem
Resíduos da limpeza de depósitos contendo hidrocarbonetos	16 07 06	Limpeza de depósitos de armazenagem
Resíduos da limpeza de depósitos contendo produtos químicos	16 07 05	Limpeza de depósitos de armazenagem
Resíduos de estações de tratamento de águas residuais não especificados	19 08 00	Tratamento de águas residuais industriais
Resinas de troca iónica saturadas ou fora de uso	19 09 05	Tratamento de águas residuais industriais
Papel e cartão	20 01 01	Armazenamento/Embalamento
Vidro	20 01 02	Armazenamento/Embalamento
Outros metais	20 01 06	Sucata

(*) Não foi possível identificar a operação de origem deste resíduo.

Quadro 9 – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de Origem
Outros resíduos não especificados de processos químicos inorgânicos	06 01 99	Controlo de Qualidade – Laboratório
Outros resíduos não especificados de outros processos químicos inorgânicos	06 13 99	(*)
Líquidos de lavagem e licores-mães aquosas do FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 01	Lavagem de equipamentos
Outros solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe orgânicos do FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 04	Lavagem de reactores
Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção do FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 08	Filtração de ftalatos
		Destilação de líquido de lavagem
		Destilação (produção de resinas poliéster)
		Reacção de esterificação
Outros bolos de filtração e absorventes usados do FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 10	Filtração de ftalatos
		Neutralização e filtração de poliéster

(*) Não foi possível identificar a operação de origem deste resíduo.

Quadro 9 (cont.) – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de Origem
Outros resíduos não especificados de FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 99	Armazenamento/Embalamento
		Controlo de qualidade – Laboratório
Líquidos de lavagem e licores-mãe aquosos da FFDU de plásticos	07 02 01	Lavagem de reactores
Lamas do tratamento local de efluentes da FFDU de plásticos	07 02 02	Tratamento de águas residuais industriais
Outros solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe orgânicos da FFDU de plásticos	07 02 04	Lavagem de reactores
Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção da FFDU de plásticos	07 02 08	Reacção de esterificação
		Limpeza de reactores
		Polimerização
Bolos de filtração	07 02 09	Filtração + Limpeza
Outros resíduos não especificados da FFDU de plásticos	07 02 99	(*)
		Filtração
		Controlo de qualidade – Laboratório
		Controlo de qualidade – Laboratório
Lamas do tratamento local de efluentes de produtos químicos não respecificados	07 07 02	Tratamento de águas residuais industriais
Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção de FFDU de produtos químicos não especificados	07 07 08	Destilação
Outros resíduos não especificados de FFDU de produtos químicos não especificados	07 07 99	(*)
Cinzas resultantes de processos térmicos	10 01 01	Limpeza de caldeiras
Óleos hidráulicos contendo apenas óleo mineral	13 01 06	Manutenção de equipamentos
Óleos não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 02	Manutenção de equipamentos
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 03	Manutenção de equipamentos
Lamas provenientes de separadores óleos / águas	13 05 02	Separadores óleo/águas
Outros óleos usados não especificados	13 06 01	Manutenção de equipamentos
Outros solventes e misturas de solventes de substâncias orgânicas utilizadas como solventes	14 01 03	(*)
Embalagens de papel e cartão	15 01 01	Armazenamento/Embalamento
Embalagens de plástico	15 01 02	Armazenamento/Embalamento
Embalagens de madeira	15 01 03	Armazenamento/Embalamento
Embalagens de metal	15 01 04	Armazenamento/Embalamento
Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza, vestuário de protecção	15 02 01	Tratamento de água
Transformadores e acumuladores contendo PCB	16 02 01	(*)

(*) Não foi possível identificar a operação de origem deste resíduo.

Quadro 9 (cont.) – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de Origem
Resíduos da fabricação de artigos de matérias plásticas	16 02 07	(*)
Acumuladores de chumbo	16 06 01	(*)
Lamas da clarificação da água	19 09 02	Tratamento de água bruta
Resinas de troca iónica saturadas ou fora de uso	19 09 05	Tratamento de água
Outros resíduos não especificados do tratamento de água para consumo humano ou de água para rede industrial	19 09 99	ETA
Papel / cartão	20 01 01	Armazenamento/Embalamento
		Rotulagem
Vidro	20 01 02	Armazenamento/Embalamento
Outros plásticos recolhidos selectivamente	20 01 04	(*)
Outros metais	20 01 06	Armazenamento/Embalamento
Madeira	20 01 07	Armazenamento/Embalamento
Pilhas e acumuladores	20 01 20	Baterias de equipamentos diversos
Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	20 01 21	Iluminação de edifícios

(*) Não foi possível identificar a operação de origem deste resíduo.

Quadro 10 – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de Origem
Lamas do tratamento local de efluentes	07 02 02	Tratamento de águas residuais industriais
Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção	07 02 08	Destilação
Outros resíduos não especificados da FFDU de plásticos	07 02 99	Esterificação
Óleos não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 02	Manutenção de equipamentos
Outros solventes e misturas de solventes halogenados	14 01 02	Controlo de Qualidade - Laboratório
Embalagens de papel e cartão	15 01 01	Armazenamento/Embalamento
Embalagens de plástico	15 01 02	Armazenamento/Embalamento
Embalagens de madeira	15 01 03	Armazenamento/Embalamento
Embalagens de metal	15 01 04	Armazenamento/Embalamento
Papel e cartão recolhidos selectivamente	20 01 01	(*)

(*) Não foi possível identificar a operação de origem deste resíduo.

Quadro 10 (cont.) – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de Origem
Metais de pequena dimensão recolhidos selectivamente	20 01 05	(*)
Outros metais	20 01 06	Armazenamento/Embalamento
Resíduos de madeira recolhidos selectivamente	20 01 07	Transporte

Quadro 11 – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Produtos Farmacêuticos** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de Origem
Soda	06 02 02	(*)
Soluções salinas contendo fosfatos e seus sais sólidos	06 03 06	(*)
Carvão activado usado em processos químicos inorgânicos	06 13 02	(*)
Águas-mãe aquosas da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 01	Lavagem/decantação
		Filtração
		Reacção/precipitação
		Decantação
		Filtração/lavagem
		Lavagem
		Destilação
		Secagem
		Produção
Reacção		
Lamas do tratamento local de efluentes da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 02	Tratamento de águas residuais industriais
Águas-mãe orgânicas halogenadas da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 03	Filtração/lavagem
		Filtração
		Destilação
		Evaporação
		Extracção
		Decantação
		Secagem/moagem
		Controlo de Qualidade
Produção		

(*) Não foi possível identificar a operação de origem deste resíduo.

Quadro 11 (cont.) – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Produtos Farmacêuticos** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de Origem
Outros solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 04	Filtração/lavagem
		Secagem
		Filtração
		Destilação
		Decantação
		Secagem/moagem
		Evaporação
		Secagem/embalamento
		Controlo de Qualidade
		Permeação/condensação
		Produção
Catalizadores usados na FFDU de produtos farmacêuticos contendo metais preciosos	07 05 05	Produção
Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção halogenados da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 07	Destilação/reacção
Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 08	Destilação
Bolos de filtração e absorventes usados halogenados da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 09	Filtração
Outros bolos de filtração e absorventes usados da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 10	Fabricação de antibióticos
		Filtração/lavagem
		Filtração
		Purificação
		Adsorção
Outros resíduos não especificados da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 99	Produção
		Controlo de Qualidade
		Armazenamento
		Embalamento
		Diversos
Líquidos de lavagem e licores-mãe aquosos da FFDU de gorduras, banhas, sabões, detergentes, desinfectantes e cosméticos	07 06 01	Lavagem
Cinzas de processos térmicos	10 01 01	Limpeza de caldeiras
Óleos hidráulicos não clorados (excepto emulsões)	13 01 03	Manutenção de equipamentos
Óleos não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 02	Manutenção de equipamentos
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 03	Manutenção
Outros óleos não especificados	13 06 01	Manutenção
Resíduos de orgânicas utilizadas como solventes : outros solventes e misturas de solventes	14 01 03	Manutenção

Quadro 11 (cont.) – Classificação CER dos resíduos gerados pelo subsector de **Fabricação de Produtos Farmacêuticos** e sua correlação com as operações que os geram.

Resíduo	CER	Operação de Origem
Embalagens de papel e cartão	15 01 01	Embalamento/Armazenamento
Embalagens de plástico	15 01 02	Embalamento
Embalagens de madeira	15 01 03	Armazenamento/ transporte
Embalagens de metal	15 01 04	Produção
		Armazenamento/embalamento
Embalagens compósitas	15 01 05	Armazenamento/embalamento
Absorventes, materiais filtrantes, vestuário de protecção	15 02 01	Material de segurança individual
Resíduos de maternidade, diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças em seres humanos .produtos químicos e medicamentos rejeitados	18 01 05	Produção
		Armazenamento/embalamento
		Controlo de Qualidade
Resíduos de investigação, diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças envolvendo animais: resíduos cuja recolha e eliminação estão sujeitas a requisitos específicos tendo em vista a prevenção de infecções	18 02 02	Investigação
Resíduos de investigação, diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças envolvendo animais: Produtos químicos rejeitados	18 02 04	Investigação
		Armazenamento
Fracções recolhidas selectivamente :papel e cartão	20 01 01	Armazenamento/embalamento
		Limpeza
		Controlo de Qualidade
		Contabilidade
Resíduos de vidro	20 01 02	Embalamento/ transporte
		Produção
Fracções recolhidas selectivamente : plásticos de pequena dimensão	20 01 03	Armazenamento/embalamento
Outros plásticos recolhidos selectivamente	20 01 04	(*)
Fracções recolhidas selectivamente : metais de pequena dimensão	20 01 05	Armazenamento
		Manutenção
Fracções recolhidas selectivamente :Outros metais	20 01 06	Embalamento/ transporte
		Manutenção
Fracções recolhidas selectivamente :Solventes	20 01 13	Controlo de qualidade – laboratório
Medicamentos	20 01 18	Produção
		Devolução
		Embalamento
		Controlo de Qualidade
Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	20 01 21	Diversos

(*) Não foi possível identificar a operação de origem deste resíduo.

4. POTENCIAL DE PREVENÇÃO

4.1. SÍNTESE DO POTENCIAL DE PREVENÇÃO PREVISTO

Em geral, pode dizer-se que as empresas do sector Químico são sensíveis aos problemas ambientais, nomeadamente, no que diz respeito à prevenção de resíduos. As empresas têm conhecimento e actualizam-se regularmente relativamente às tecnologias de prevenção existentes, através de reuniões de grupos de trabalho e de compromissos nacionais e internacionais (ex. Contracto de Adaptação Ambiental e Programa Actuação Responsável).

A maior parte dessas tecnologias de prevenção estão já implementadas ou em fase de implementação, não se prevendo a redução de uma quantidade significativa de resíduos devido à introdução de novas tecnologias de prevenção.

Apresenta-se a seguir para cada subsector, a quantidade de resíduos que se prevê que venha a ser reduzida, com a instalação definitiva de tecnologias e/ou medidas ainda em fase de implementação.

4.1.1. Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base

Na indústria de cloro-alcalis, com a total conversão da tecnologia de células de mercúrio para a tecnologia de células de membrana, associada à utilização de matéria prima (salmoura) de elevada pureza, prevê-se a eliminação dos resíduos contendo mercúrio (CER 06 04 04) e a redução do resíduo (CER 06 03 99) para cerca de 20 t/ano. Tal significa que serão eliminados cerca de 5390 t/ano de resíduos gerados pelo subsector de Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base. Haverá também uma redução da quantidade de lamas provenientes do tratamento local dos efluentes, a qual não foi possível estimar de momento.

4.1.2. Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base

A destilação de um resíduo líquido para reutilização de um dos seus componentes, em vez da sua total incineração, irá ter como consequência a redução de cerca de 9 toneladas por ano do resíduo (CER 07 01 03) produzido em 1998.

4.1.3. Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária, Resinoso e seus Derivados

Com a utilização do solvente de lavagem dos reactores, onde se produzem as resinas alquídicas para diluição das próprias resinas, prevê-se uma redução do resíduo (CER 07 02 04) em cerca de 60 toneladas por ano.

Por outro lado, a utilização de “coating agents” nos reactores de polimerização de PVC previne a produção de cerca de 50 t/ano de resíduos de PVC (CER 07 02 08).

4.1.4. Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais

Uma das empresas de fabricação de fibras está a implementar uma medida no sentido de utilizar um resíduo como matéria prima na fabricação de um novo produto (polímero preto). A implementação desta medida traduzir-se-á na redução de cerca de 88 t/ano do resíduo (CER 07 02 08) gerado neste subsector.

Outra medida que poderá ser implementada, existindo já uma empresa disponível para o fazer, consiste na fabricação dos polímeros base para produção de fibras já com cor, a que se dá o nome de tinto na massa. Esta medida não trará acréscimo de resíduos para a empresa e irá evitar, posteriormente, as operações de tingimento de fibras no sector têxtil e os consequentes resíduos associados (nomeadamente águas de lavagem contendo corantes e outros produtos químicos auxiliares).

4.1.5. Fabricação de Produtos Farmacêuticos

Neste sector analisaram-se as empresas produtoras primárias (produção de princípios activos) e as produtoras secundárias (empresas que efectuam a combinação de princípios activos para a obtenção de medicamentos).

Em relação às primeiras, pelo facto de nelas serem geradas grandes quantidades (alguns milhares de toneladas) de misturas orgânicas, constata-se uma grande preocupação das empresas na reciclagem destes resíduos (efectuada nas próprias empresas ou externamente) e/ou no seu reaproveitamento /valorização.

Uma vez que, este tipo de indústria utiliza grandes quantidades de solventes, as tecnologias disponíveis vão, essencialmente, no sentido da recuperação dos solventes existentes nos resíduos produzidos, através de medidas que já estão implementadas.

Em relação às produtoras secundárias, se bem que o número de empresas seja superior, a quantidade de resíduos por empresa é muito inferior à verificada nas produtoras primárias. Uma das dificuldades que estas empresas enfrentam é a recuperação/valorização de solventes usados, uma vez que as quantidades manuseadas são demasiado pequenas (valores inferiores a uma tonelada por ano), para justificarem a implementação de tecnologias em condições de viabilidade económica.

4.2. TECNOLOGIAS / MEDIDAS DE PREVENÇÃO APLICÁVEIS

São apresentadas no Quadro 12 as tecnologias e medidas de prevenção de resíduos para os 5 subsectores analisados.

É também indicada no mesmo quadro a operação ou processo a que se aplica cada tecnologia/medida, a capacidade instalada, bem como o tipo e, sempre que possível, a quantidade de resíduos que previne.

A maioria destas tecnologias/medidas estão já implementadas ou em fase de implementação no país.

Dada a especificidade de cada empresa do sector Químico, cada tecnologia só é aplicável à empresa em causa não se podendo transpor para outras empresas, a não ser excepcionalmente.

Quadro 12 – Tecnologias / Medidas de prevenção aplicáveis

Subsector	Tecnologia / Medida de prevenção	Operação / Processo a que se aplica	Capacidade instalada (t/ano)	Implementação no país	Resíduos que previne	Qde de resíduo antes da implementação da tecnologia (t/ano)	Qde de resíduo após a implementação da tecnologia (t/ano)	Observações
Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base	Tecnologia de membrana	Produção de Cloro e Soda Cáustica	35 000 (Cl ₂)	Já implementada	Eliminação do mercúrio nos resíduos provenientes do tratamento da salmoura (CER 06 04 04) Resíduo proveniente da abertura das células e da filtração de NaOH e H ₂ (CER 06 04 04)	3 810 ⁽¹⁾	≈ 3 810 (resíduo não perigoso)	Esta em fase de implementação numa empresa (ver Caso Real 1)
	Utilização de salmoura de elevada pureza e tecnologia de membrana	Produção de Cloro e Soda Cáustica	52 000 (Cl ₂)	Já implementada	Resíduo proveniente do tratamento da salmoura (CER 060404 e 060399)	5 410 ⁽¹⁾	20 (resíduo não perigoso)	Esta em fase de implementação numa empresa (ver Caso Real 2)

(1) Estes valores dizem respeito ao ano de 1998, não correspondendo aos valores gerados antes de qualquer implementação da tecnologia de membrana, pois esta tem vindo a ser implementada na empresa em causa desde 1993.

Quadro 12 (cont.) – Tecnologias / Medidas de prevenção aplicáveis.

Subsector	Tecnologia / Medida de prevenção	Operação / Processo a que se aplica	Capacidade instalada (t/ano)	Implementação no país	Resíduos que previne	Qde de resíduo antes da implementação da tecnologia (t/ano)	Qde de resíduo após a implementação da tecnologia (t/ano)	Observações
Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base	Recuperação e reciclagem de monoclórobenzeno e fosgénio de uma corrente contaminada com CCl ₄ através da sua destilação	Reacção de fosgenação	72 000 (MDI)	Já implementada	Resíduo líquido constituído por monoclórobenzeno, fosgénio, CCl ₄ e isocianatos (CER 07 01 03)	44	35	Implementada numa empresa em Junho de 1999 (ver Caso Real 3)
	Recuperação de alcatrões	Produção de anilina	60 000	Já implementada	Resíduo gerado na produção de anilina e enviado para incineração	(*)	(*)	Obeve-se uma redução de 76% do resíduo enviado para incineração
	Recuperação de anilina por destilação	Produção de anilina	60 000	Já implementada	Resíduo gerado na produção de anilina e enviado para incineração	(*)	(*)	Obeve-se uma redução de 90% do resíduo enviado para incineração
	Recuperação de catalizador de Ni em pó através de hidrociclones	Produção de anilina	60 000	Em fase de implementação	Resíduo de catalizador (CER 07 01 06)	(*)	(*)	Esta em fase de implementação numa empresa

(*) Não foi possível contabilizar

Quadro 12 (cont.) – Tecnologias / Medidas de prevenção aplicáveis.

Subsector	Tecnologia / Medida de prevenção	Operação / Processo a que se aplica	Capacidade instalada (t/ano)	Implementação no país	Resíduos que previne	Qde de resíduo antes da implementação da tecnologia (t/ano)	Qde de resíduo após a implementação da tecnologia (t/ano)	Observações
Fabricação de Materiais Plásticos sob a Forma Primária, Resinosos e seus Derivados	Optimização da reacção de polimerização	Reacção de polimerização para produção de PVC	123 536 (S-PVC) 8 418 (E-PVC)	Já implementada	Escamas (aglomerados) de PVC (CER 07 02 08)	(*)	(*)	---
	Utilização de “coating agents” para revestimento dos reactores de polimerização	Reacção de polimerização para produção de PVC	10 000 (E-PVC)	Já implementada	Escamas (aglomerados) de PVC (CER 07 02 08)	100	50	Implementada na linha E-PVC em 1999 (ver Caso Real 4)
	Utilização do solvente de lavagem do reactor para diluição das resinas alquídicas	Produção de resinas alquídicas	940	Já implementada	Resíduo de lavagem dos reactores	(*)	0	---
	Recirculação do solvente	Produção de resinas alquídicas	940	Já implementada	Resíduo de solvente	(*)	(*)	---

(*) Não foi possível contabilizar.

Quadro 12 (cont.) – Tecnologias / Medidas de prevenção aplicáveis.

Subsector	Tecnologia / Medida de prevenção	Operação / Processo a que se aplica	Capacidade instalada (t/ano)	Implementação no país	Resíduos que previne	Qde de resíduo antes da implementação da tecnologia (t/ano)	Qde de resíduo após a implementação da tecnologia (t/ano)	Observações
Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais	Alteração/optimização do processo de destilação e do sistema de remoção de sólidos associado à recuperação de solvente	Recuperação de solvente	---	Já implementada	Resíduo proveniente da recuperação de solvente (CER 07 02 08)	118	105	(ver Caso Real 5)
	Utilização do resíduo proveniente da policondensação do poliéster (glicol sujo) na produção de polímero preto	Produção de polímero preto	---	Em fase de implementação	Resíduo da destilação do glicol sujo (CER 07 02 08)	90	2	(ver Caso Real 6)
	Tinto na massa	Produção do polímero base para produção de fibras de poliéster	---	Não está implementado	Resíduos provenientes da operação de tingimento no sector têxtil	(*)	(*)	Esta medida não acresce os resíduos da empresa e é eliminada a operação de tingimento no sector têxtil
Fabricação de Produtos Farmacêuticos	Recuperação e reciclagem de etanol de águas-mãe por evaporação / permeação gasosa	Várias operações onde são utilizados solventes	Instalação projectada para processar 250 Kg/h de águas-mãe	Já implementada	Águas-mãe contendo etanol e água e vestígios de resíduos sólidos (CER 07 05 04)	80	4,5	Instalação modular, adaptando-se a mudanças de capacidade (ver Caso Real 7)
	Recuperação e reciclagem de solventes por destilação	Várias operações onde são utilizados solventes	---	Já implementada	Resíduos com solventes (CER 07 05 04)	(*)	(*)	---

(*) Não foi possível contabilizar.

4.3. ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÓMICA E AMBIENTAL DE TECNOLOGIAS/MEDIDAS DE PREVENÇÃO – ESTUDO DE CASOS REAIS

Neste capítulo são apresentados alguns casos reais de implementação de tecnologias e/ou medidas de prevenção de resíduos industriais em empresas portuguesas. Para cada um destes casos é feita uma análise sucinta da sua viabilidade técnica, económica e ambiental. A análise da atractividade do investimento é efectuada de forma simples através do cálculo de dois parâmetros: Taxa de Recuperação do Investimento (ROI) e Período de Recuperação do Investimento. O ROI é calculado através da razão entre os benefícios líquidos e o investimento, sendo o Período de recuperação do investimento o inverso deste parâmetro.

4.3.1.

Caso 1 - Implementação da Tecnologia de Célula de Membrana na indústria de cloro alcalis

4.3.1.1. Descrição da tecnologia

O cloro e a soda cáustica são produzidos através da electrólise de salmoura. As duas empresas produtoras destes compostos, existentes em Portugal, que efectuavam a electrólise através da tecnologia de células de mercúrio optaram por implementar a tecnologia de células de membrana, considerada a “Melhor Tecnologia Disponível” para este tipo de indústria. Uma das empresas abandonou o uso da tecnologia de células de mercúrio, passando a utilizar apenas a tecnologia de membrana já implementada. A outra empresa está, desde 1993, a efectuar a substituição da tecnologia de mercúrio pela tecnologia de membrana. Actualmente a produção nesta empresa baseia-se 2/3 na tecnologia de mercúrio e 1/3 na tecnologia de membrana, estando prevista a total conversão para a tecnologia de membrana durante os próximos dois anos. O estudo de caso a seguir desenvolvido diz respeito a esta situação.

Pela tecnologia de célula de membrana todas as reacções têm lugar numa só célula em que os compartimentos do ânodo e do cátodo estão separados por uma membrana de permuta iónica (permeável aos catiões Na^+ e impermeável aos aniões Cl^-).

A salmoura saturada é alimentada no compartimento do ânodo, onde os iões Cl^- são oxidados a cloro gasoso. Os iões Na^+ migram através da membrana para o compartimento do cátodo. Neste compartimento é adicionada água desmineralizada que é hirolisada resultando H_2 (gasoso) e iões OH^- . Os iões OH^- combinam-se com os iões Na^+ para produção de soda cáustica, com uma concentração de 32 a 35%.

A salmoura residual que sai do compartimento do ânodo é posteriormente resaturada e reutilizada.

Os cátodos são de níquel com um revestimento também à base de níquel.

Os ânodos são do tipo dimensionalmente estáveis (DSA – *Dimensionally stable anodes*), em titânio, com revestimento activo à base de óxidos de metais especiais.

As membranas são feitas de polímeros perfluorados, tendo um tempo de vida de cerca de 5 anos.

4.3.1.2. Objectivos da sua aplicação

O principal objectivo da empresa ao efectuar a substituição total da tecnologia de mercúrio pela tecnologia de membrana é o de eliminar o uso de mercúrio e a conseqüente produção de resíduos e emissões contendo este metal.

4.3.1.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais

A implementação da tecnologia de membrana gera os seguintes benefícios ambientais em termos de resíduos industriais:

- Gera-se um resíduo sem mercúrio, o qual deixa, por isso, de ser classificado como resíduo perigoso;
- Elimina-se o resíduo (cerca de 10 t/ano) proveniente da filtração da soda cáustica e do hidrogénio para remoção do mercúrio, uma vez que esta operação deixa de ser necessária;
- Elimina-se o resíduo proveniente da abertura das células de mercúrio.

Podem-se ainda referir outros benefícios, como a diminuição do consumo energético e a obtenção de cloro e da soda cáustica mais puros.

Na Figura 2 podem visualizar-se os resíduos que deixam de ser produzidos quando se efectua a substituição total da tecnologia de mercúrio pela tecnologia de membrana (indicados a tracejado), bem como as operações que são eliminadas (indicadas a tracejado).

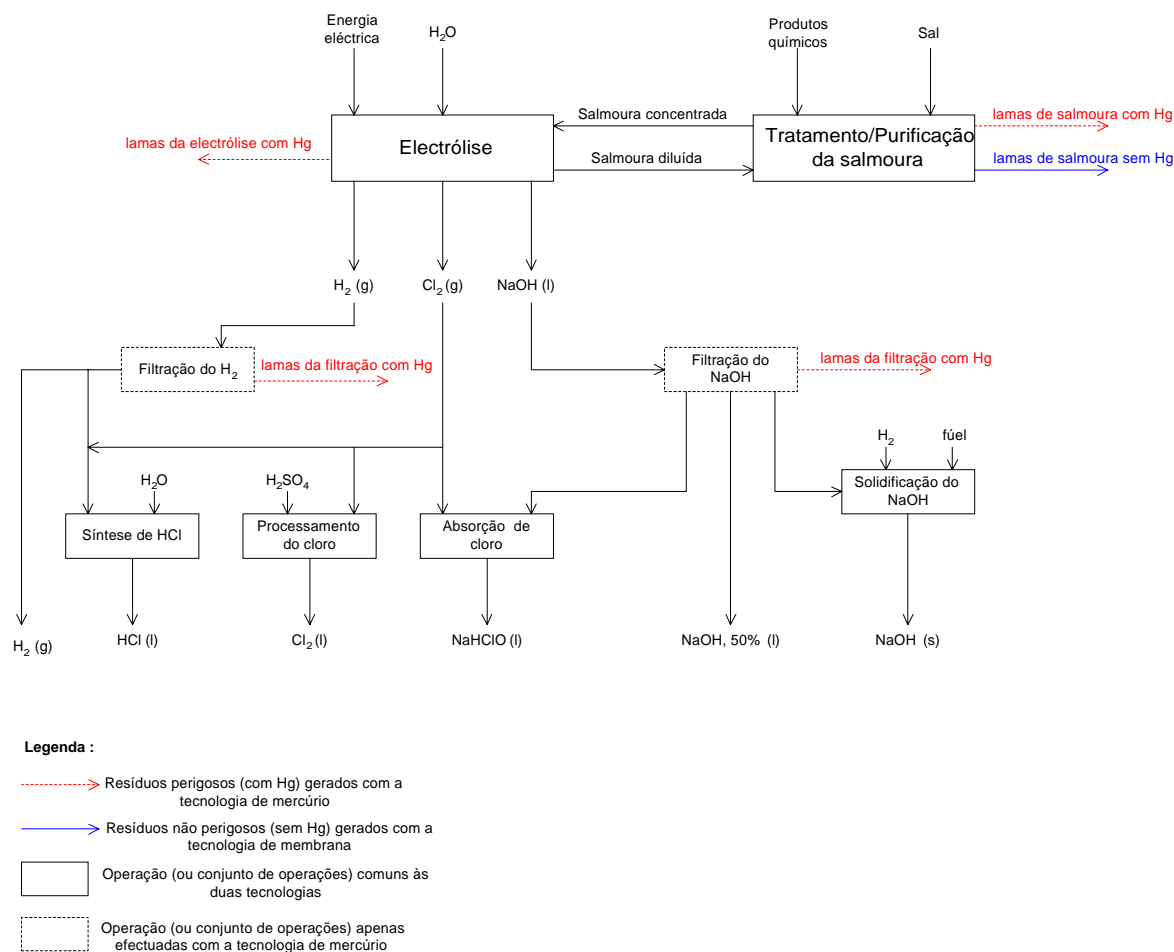


Figura 2 – Diagrama geral de processo e resíduos gerados na indústria de cloro-alcalis através da tecnologia de mercúrio e da tecnologia de membrana.

4.3.1.4. Viabilidade económica

Investimento

A empresa está a efectuar um investimento de 2,5 milhões de contos (12,5 milhões de €) na conversão total da tecnologia de mercúrio para a tecnologia de membrana. Actualmente a produção de cloro associada à tecnologia de mercúrio é cerca de 35 000 t/ano, sendo a tecnologia de membrana já implementada responsável pela produção de cerca de 17 000 t/ano.

É de referir que parte do equipamento utilizado com a tecnologia de mercúrio pode ser utilizado com a tecnologia de membrana.

No Gráfico 6, e de acordo com dados recolhidos da literatura existente nesta área que apontam para um factor de extrapolação de escala entre 0,8 e 0,9, apresenta-se o investimento necessário em função da capacidade.

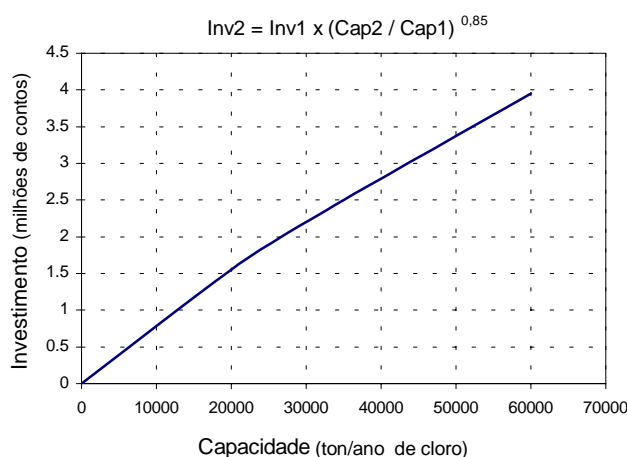


Gráfico 6 – Investimento, em função da capacidade, para introdução da tecnologia de membrana

Impacte nos custos de processo

- Poupança energética : 130 000 contos/ano (648 700 €)

Com a introdução da tecnologia de membrana verifica-se uma poupança no consumo de energia eléctrica na electrólise, mas simultaneamente um aumento do consumo de energia térmica (vapor para a reconcentração de soda cáustica). Globalmente existe uma poupança energética de cerca de 17%, relativamente à tecnologia de mercúrio.

Segundo dados existentes na literatura e informação de fornecedores deste tipo de tecnologia, os valores típicos de consumo de energia eléctrica variam entre 3 200 e 3 600 kwh/t Cl₂ para a tecnologia de mercúrio e entre 2 700 e 3 000 kwh/t Cl₂ para a tecnologia de membrana. Para a tecnologia de membrana mais recente e com baixas perdas no barramento de alimentação e retorno à unidade de transformação/rectificação de corrente eléctrica, atingem-se valores da ordem dos 2 500 kwh/t Cl₂.

Segundo informação da empresa em causa, a poupança de energia é da ordem dos 130 000 contos/ano.

- Poupança no escoamento e tratamento dos resíduos : 251 960 contos/ano (1 257 300 €)

A empresa tem vindo a armazenar as lamas de salmoura nas próprias instalações, não procedendo ao seu tratamento/eliminação. Assim, o valor apresentado para a poupança relativa ao escoamento e tratamento dos resíduos é apenas um valor hipotético, considerando que a empresa procedia ao tratamento dos referidos resíduos.

Os resíduos gerados na produção de cloro e soda cáustica são quase exclusivamente provenientes da operação de tratamento/purificação da salmoura. Com a conversão da tecnologia de mercúrio para a tecnologia de membrana a quantidade de resíduos gerada mantém-se praticamente igual (3810 t/ano de lamas de salmoura contendo mercúrio e 1600 t/ano de lamas de salmoura sem mercúrio), mas os resíduos passam a não conter mercúrio. Sendo assim, o custo do seu tratamento passa a ser menor.

Para o cálculo das poupanças relativas ao escoamento e tratamento dos resíduos, considerou-se o custo de 116 contos/t para as lamas de salmoura contendo mercúrio e o custo de 50 contos/t para as lamas de salmoura não contendo mercúrio. Estes custos englobam o transporte e a incineração por alta temperatura na Holanda, para o caso das lamas contendo mercúrio e o transporte e deposição em aterro em Espanha, para o caso das lamas sem mercúrio.

- Poupança na filtração de NaOH e H₂ :

Uma vez que a filtração de NaOH e H₂ para desmercurização deixa de ser necessária com a implementação da tecnologia de membrana, há poupanças relativas aos custos de operação da referida filtração. No entanto, não foi possível quantificar essas poupanças, pelo que a análise da atractividade do investimento não contempla este item.

- Aumento dos custos relativos à purificação da matéria prima :

A tecnologia de membrana, pela estrutura das próprias membranas, exige uma operação de tratamento e purificação da salmoura mais eficiente, pelo que normalmente há um aumento do custo desta operação. Não tendo sido possível obter dados sobre este custo, a análise da atractividade do investimento não contempla este item.

Análise da atractividade do investimento

1. Tendo em consideração os benefícios resultantes da eliminação da perigosidade dos resíduos por eliminação do mercúrio, do seu transporte e do seu tratamento, obtêm-se os seguintes valores para os Benefícios Líquidos, para o Período de Retorno do Investimento e para a Taxa de Recuperação do Investimento :

Benefícios Líquidos : 381 960 contos/ano (1 906 000 €)

Período de recuperação do investimento : 7 anos

ROI : 15,3%

2. Não tendo em consideração o ponto 1, admitindo-se tacitamente que neste caso os resíduos são armazenados na própria empresa, sem qualquer influência nos benefícios de ordem económica, obtêm-se os seguintes valores :

Benefícios líquidos : 130 000 contos/ano (648 700 €)

Período de recuperação do investimento : 19 anos

ROI : 5,2%

Embora a empresa esteja a armazenar os resíduos e, por isso, não tenha actualmente nenhum custo com o seu escoamento e tratamento, esta situação não irá durar indefinidamente. Por outro lado, o próprio armazenamento dos resíduos acarreta custos, apesar de estes não estarem contabilizados.

Verifica-se que, se a empresa já procedesse ao tratamento dos resíduos, as poupanças decorrentes da eliminação da sua perigosidade teria um peso bastante significativo na análise da atractividade do investimento, reduzindo bastante o período de retorno o que tornaria o investimento economicamente atractivo.

Pelo contrário, havendo armazenamento dos resíduos, o período de recuperação do investimento é bastante elevado. No entanto, embora o investimento não seja economicamente atractivo existem outras motivações para a empresa o efectuar que se prendem com a eliminação da perigosidade do resíduo.

4.3.2.

Caso 2 - Utilização de matéria prima de elevada pureza conjuntamente com a implementação da tecnologia de membrana na indústria de cloro alcalis

4.3.2.1. Descrição da medida

A utilização de células de membrana para produção de cloro e soda cáustica requer uma elevada pureza da salmoura para a operação de electrólise. Assim, uma empresa da indústria de cloro alcalis decidiu utilizar matéria prima de elevada pureza (99,9% de NaCl) e cessar o consumo de matéria prima com uma concentração inferior de NaCl (93%-94%), que exigia uma maior purificação. Conjuntamente com esta medida estão a efectuar a total conversão da tecnologia de mercúrio pela tecnologia de membrana (ver no Caso1).

4.3.2.2. Objectivos da sua aplicação

A empresa, ao passar a utilizar salmoura de elevada pureza pretende simplificar ou mesmo eliminar a operação de purificação da salmoura e reduzir drasticamente a quantidade de resíduo proveniente desta operação. A quantidade de resíduos gerados nesta indústria deve-se, na sua grande maioria, a esta operação. Por outro lado, com a total substituição da tecnologia de mercúrio pela tecnologia de membrana, pretende-se eliminar o uso de mercúrio e a conseqüente produção de resíduos e emissões contendo este metal.

4.3.2.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais

A utilização da salmoura de elevada pureza, em detrimento da anteriormente usada que possuía uma concentração inferior de NaCl, conjuntamente com a total conversão para tecnologia de membrana, conduz a um conjunto de benefícios ambientais importantes :

- Eliminação do resíduo (10 t/ano) proveniente da filtração da soda cáustica e do hidrogénio para remoção do mercúrio, uma vez que esta operação deixa de ser necessária;
- Eliminação do resíduo proveniente da abertura das células de mercúrio;
- Redução da quantidade de resíduo proveniente do tratamento da salmoura de cerca de 5 400 t/ano para 20 t/ano (redução de 99,6%), salientando-se o facto deste resíduo deixar de conter mercúrio.

4.3.2.4. Viabilidade económica

Investimento

2,5 milhões de contos (12,5 milhões de €)

Impacte nos custos de processo

- Poupança energética : 130 000 contos/ano (648 700 €)

Com a introdução da tecnologia de membrana verifica-se uma poupança no consumo de energia eléctrica na electrólise, mas simultaneamente um aumento do consumo de energia térmica (vapor para a reconcentração de soda cáustica). Globalmente, existe uma poupança energética de cerca de 17%, relativamente à tecnologia de mercúrio.

Segundo dados existentes na literatura e informações de fornecedores deste tipo de tecnologia, os valores típicos de consumo de energia eléctrica variam entre 3 200 e 3 600 kwh/t Cl₂ para a tecnologia de mercúrio e entre 2 700 e 3 000 kwh/t Cl₂ para a tecnologia de membrana. Para a tecnologia de membrana mais recente e com baixas perdas no barramento de alimentação e retorno à unidade de transformação/rectificação de corrente eléctrica atingem-se valores da ordem dos 2 500 kwh/t Cl₂.

Segundo informação da empresa em causa, a poupança de energia é da ordem dos 130 000 contos/ano.

- Poupança no escoamento e tratamento dos resíduos : 520 960 contos/ano (2 600 000 €)

A empresa tem vindo a armazenar as lamas de salmoura nas próprias instalações, não procedendo ao seu tratamento/eliminação. Assim, o valor apresentado para a poupança relativa ao escoamento e tratamento dos resíduos é apenas um valor hipotético, considerando que a empresa procedia ao tratamento dos referidos resíduos.

Os resíduos gerados na produção de cloro e soda cáustica são quase exclusivamente provenientes da operação de tratamento/purificação da salmoura. Com a utilização de matéria prima de elevada pureza conjuntamente com a conversão da tecnologia de mercúrio para a tecnologia de membrana a quantidade de resíduos gerada passa a ser substancialmente menor (20 t/ano de lamas sem mercúrio comparativamente com 3810 t/ano de lamas contendo mercúrio e 1600 t/ano de lamas sem mercúrio). Os custos do seu tratamento são significativamente menores.

Para o cálculo das poupanças relativas ao escoamento e tratamento dos resíduos, considerou-se o custo de 116 contos/t para as lamas de salmoura contendo mercúrio e o custo de 50 contos/t para as lamas de salmoura não contendo mercúrio. Estes custos englobam o transporte e a incineração por alta temperatura na Holanda para o caso das lamas contendo mercúrio e o transporte e deposição em aterro em Espanha para o caso das lamas sem mercúrio.

- Poupança na filtração de NaOH e H₂ : não foi possível contabilizar

Uma vez que a filtração de NaOH e H₂ para desmercurização deixa de ser necessária com a implementação da tecnologia de membrana, há poupanças relativas aos custos de operação da referida filtração. No entanto, não foi possível quantificar essas poupanças, pelo que a análise da atractividade do investimento não contempla este item.

- Poupança na purificação da salmoura :

Segundo informação da empresa a poupança relativa ao consumo de energia eléctrica no tratamento da salmoura é pouco significativa face ao consumo na electrólise, pelo que a análise da atractividade do investimento não contempla este item

- Aumento do custo da matéria prima :

A aquisição de matéria prima de elevada pureza, dadas as condições particulares da sua produção, permite considerar que não haverá aumento significativo do custo de salmoura.

Análise da atractividade do investimento

1. Tendo em consideração os benefícios resultantes da eliminação da perigosidade dos resíduos por eliminação do mercúrio, da elevada redução da quantidade de resíduos, do seu transporte e do seu tratamento, obtêm-se os seguintes valores para os Benefícios Líquidos, para o Período de Retorno do Investimento e para a Taxa de Recuperação do Investimento :

Benefícios líquidos : 650 960 contos/ano (3 248 700 €)

Período de recuperação do investimento : 4 anos

ROI : 26%

2. Não tendo em consideração o ponto 1, admitindo-se tacitamente que neste caso os resíduos são armazenados na própria empresa, sem qualquer influência nos benefícios de ordem económica, obtêm-se os seguintes valores :

Benefícios líquidos : 130 000 contos/ano (648 700 €)

Período de recuperação do investimento : 19 anos

ROI : 5,2%

Embora a empresa esteja a armazenar os resíduos e, por isso, não tenha actualmente nenhum custo com o seu escoamento e tratamento, esta situação não irá durar indefinidamente. Por outro lado, o próprio armazenamento dos resíduos acarreta custos, apesar de estes não estarem contabilizados.

Verifica-se que, se a empresa já procedesse ao tratamento dos resíduos, as poupanças decorrentes da eliminação da sua perigosidade e da redução da sua quantidade teria um peso bastante significativo na análise da atractividade do investimento, reduzindo bastante o período de retorno o que tornaria o investimento economicamente atractivo.

Pelo contrário, havendo armazenamento dos resíduos, o período de recuperação do investimento é bastante elevado. No entanto, embora o investimento não seja economicamente atractivo existem outras motivações para o efectuar que se prendem com a eliminação da perigosidade de um resíduo.

4.3.3.

Caso 3 – Recuperação e reciclagem de monoclorobenzeno e fosgénio de uma corrente com CCl₄ através da sua destilação.

4.3.3.1. Descrição da medida

Na Unidade de fosgenação, onde é produzido metil difenil isocianato (MDI) a partir de fosgénio e metil difenil amina (MDA), gera-se um resíduo líquido constituído por monoclorobenzeno, fosgénio e CCl₄.

Este resíduo concentrava num tanque que era periodicamente purgado para controlo da concentração de CCl₄, sendo esta purga incinerada na empresa. No entanto, o monoclorobenzeno e o fosgénio, poderiam ser reciclados para a reacção de fosgenação, onde o monoclorobenzeno funciona como solvente e o fosgénio é uma das matérias primas, desde que fosse retirado da corrente o CCl₄.

Assim, em Junho de 1999 entrou em funcionamento na empresa uma coluna para destilar a referida corrente residual e deste modo separar o CCl₄ do monoclorobenzeno e o fosgénio, que passam a ser reciclados para a reacção de fosgenação. O resíduo deixa de ser colocado no tanque e elimina-se também a neutralização do fosgénio com soda cáustica que anteriormente era necessária.

4.3.3.2. Objectivos da sua aplicação

A empresa teve como principal objectivo ao implementar esta medida a recuperação e reciclagem de um solvente e de uma matéria prima utilizados na reacção de fosgenação e simultaneamente diminuir a quantidade de resíduo gerada.

4.3.3.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais

O benefício ambiental em termos de resíduos industriais traduz-se na redução da quantidade de resíduo a incinerar. A corrente que é incinerada passa a ser constituída quase exclusivamente por CCl₄, havendo uma redução de 10 080 kg/ano de fosgénio e 8 900 kg/ano de monoclorobenzeno.

Existe também uma redução de 39 700 kg de fosgénio/ano que era necessário neutralizar com soda cáustica, sendo a redução no consumo de soda cáustica de 64 000kg/ano.

4.3.3.4. Viabilidade económica

Investimento

A empresa, cujo volume de produção é cerca de 72 000 t/ano de MDI, efectuou um investimento de 53 400 contos (267 000 €).

Impacte nos custos de processo

- Poupança relativa à reciclagem de fosgénio : 2 688 contos/ano (13 413 €)

Na totalidade são reciclados 49 780 kg/ano de fosgénio, o que gera uma poupança de 2 688 contos/ano, tendo em conta que o custo de fosgénio é de 54\$00/kg.

- Poupança relativa à reciclagem de monoclorobenzeno : 845 contos/ano (4 217 €)

A quantidade de monoclorobenzeno reciclada é de 8 900 kg/ano, o que se traduz na poupança de 845 contos/ano, tendo em conta que o custo do monoclorobenzeno é de 95\$00/kg.

- Poupança relativa ao consumo de soda cáustica: 3 200 contos/ano (15 968 €)

A redução no consumo de soda cáustica é de 64 000kg/ano, o que resulta na poupança de 3 200 contos/ano, assumindo o custo da soda cáustica de 50\$00/kg.

Benefícios líquidos : 6 733 contos/ano (33 600 €)

Análise da atractividade do investimento

Período de recuperação do investimento : 8 anos
ROI : 12,6%

4.3.4.

Caso 4 – Utilização de “coating agents” para revestimento das paredes dos reactores de polimerização de PVC.

4.3.4.1. Descrição da medida

A presente medida consiste na injeção de um produto químico (“coating agents”) nos reactores de polimerização de PVC. Este produto adere às paredes do reactor e inibe a formação de escamas de PVC, que constituem um resíduo. A empresa em causa possui esta tecnologia nas linhas de produção de S-PVC desde a sua concepção, tendo-a implementado também na linha de produção de E-PVC no ano transato.

4.3.4.2. Objectivos da sua aplicação

Com a implementação desta medida a empresa pretendeu reduzir a quantidade de resíduos de PVC, nomeadamente das escamas de PVC.

4.3.4.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais

O benefício ambiental em termos de resíduos industriais traduz-se na redução da quantidade do referido resíduo em cerca de 50%.

4.3.4.4. Viabilidade económica

Investimento

O investimento efectuado para implementar esta medida na linha de produção de E-PVC, cuja capacidade é de 10 000 t/ano, foi de 5 000 contos (24 950 €).

Impacte nos custos de processo

Segundo informação da empresa, a quantidade de escamas de PVC anteriormente gerada, cerca de 100 t/ano, foi reduzida para 50 t/ano. Este resíduo é recebido para valorização por empresas que mediante tratamentos complementares tornam o PVC processável, introduzindo-o, assim, como matéria prima em processos a jusante. Para a empresa produtora de PVC o lucro da venda deste resíduo cobre os custos do seu transporte, pelo que não resulta daqui nenhum benefício económico.

No entanto, a aplicação desta medida de prevenção resulta num maior aproveitamento da matéria prima, existindo um adicional de 50 t/ano de produto dentro das especificações.

Anteriormente, a empresa tinha o prejuízo correspondente aos custos de produção destas mesmas 50 toneladas que, na altura, constituíam um resíduo. Tendo em conta o lucro real obtido com a venda desta quantidade de PVC e o prejuízo assim evitado, a empresa tem um benefício líquido total de cerca de 10 000 contos/ano.

Análise da atractividade do investimento

Período de recuperação do investimento : 6 meses

ROI : 200%

4.3.5.

Caso 5 – Alteração do sistema de remoção de sólidos associado à recuperação de solvente numa empresa de produção de fibras

4.3.5.1. Descrição da medida

A produção de fibra acrílica envolve a utilização de um solvente que funciona como veículo de transporte do polímero e que é recuperado por destilação para ser reutilizado no processo. A corrente de solvente a recuperar contém alguns sólidos que têm que ser removidos e que vão constituir um resíduo para a empresa.

A presente medida, já implementada numa empresa produtora de fibras, consistiu na alteração do sistema de remoção de sólidos associado à operação de recuperação do solvente.

4.3.5.2. Objectivos da sua aplicação

O objectivo da empresa ao introduzir esta alteração foi o de obter um resíduo seco, ao contrário do anteriormente gerado que era pastoso, característica que não permitia a sua valorização e dificultava o seu escoamento. Adicionalmente, verificou-se que a implementação desta medida resultou num aumento da percentagem de recuperação de solvente e na redução da quantidade de resíduos gerada no processo de recuperação.

4.3.5.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais

A alteração do sistema de remoção de sólidos permitiu passar de um resíduo pastoso contendo uma percentagem de solvente de cerca de 12% para um resíduo seco, com cerca de 1% de solvente. Deste modo, consegue-se valorizar um resíduo que pode, por exemplo, ser utilizado em co-incineração na indústria cimenteira, atendendo a que tem um poder calorífico semelhante ao carvão. Simultaneamente, aumentou-se a percentagem de recuperação de solvente, diminuindo assim a sua perda como resíduo e diminuiu-se a quantidade de resíduos gerada.

4.3.5.4. Viabilidade económica

Por questões de confidencialidade, a empresa à qual se refere o presente caso não disponibilizou os dados económicos, pelo que não é possível apresentar uma análise económica da implementação desta medida.

4.3.6.

Caso 6 – Utilização do resíduo proveniente da policondensação do poliéster (glicol sujo) na produção de polímero preto

4.3.6.1. Descrição da medida

O poliéster é obtido a partir de glicol e ácido teraftálico, sendo estes reagentes processados, primeiro num reactor de esterificação e depois num reactor de policondensação. Um dos subprodutos da policondensação é uma corrente constituída pelo excesso de glicol contaminado pelo monómero de poliéster a que se dá o nome de glicol sujo.

Esta corrente é, normalmente, destilada por forma a obter glicol, que é recirculado para o reactor de esterificação, resultando da destilação um resíduo constituído essencialmente por monómero.

No entanto, a corrente de glicol sujo, dadas as suas características, pode ser usada directamente na produção de um outro produto, polímero preto, sem destilação prévia.

Esta medida está em fase de implementação numa empresa portuguesa de fabricação de poliéster. A empresa pretende utilizar a maior parte da corrente de glicol sujo na produção de polímero preto, destilando apenas o restante para recuperação e reciclagem do glicol para a reacção de esterificação.

4.3.6.2. Objectivos da sua aplicação

A utilização do glicol sujo na produção de polímero preto tem como principal objectivo a utilização directa dessa corrente residual, não se tornando necessário qualquer operação prévia.

4.3.6.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais

A implementação desta medida gera alguns benefícios ambientais em termos de resíduos, como sejam a utilização de uma corrente residual e a redução da quantidade dessa corrente que é enviada para destilação. Consequentemente, reduz-se o resíduo gerado nesta operação

Adicionalmente, existe redução do consumo das matérias primas e das matérias subsidiárias utilizadas na produção de polímero preto, bem como diminuição dos consumos energéticos e de água de refrigeração na operação de destilação do glicol.

Na Figura 3 faz-se uma comparação esquemática das duas possibilidades de utilização da corrente residual de glicol sujo (A - destilação de toda a corrente e B - utilização directa na produção de polímero preto com destilação apenas de uma pequena percentagem).

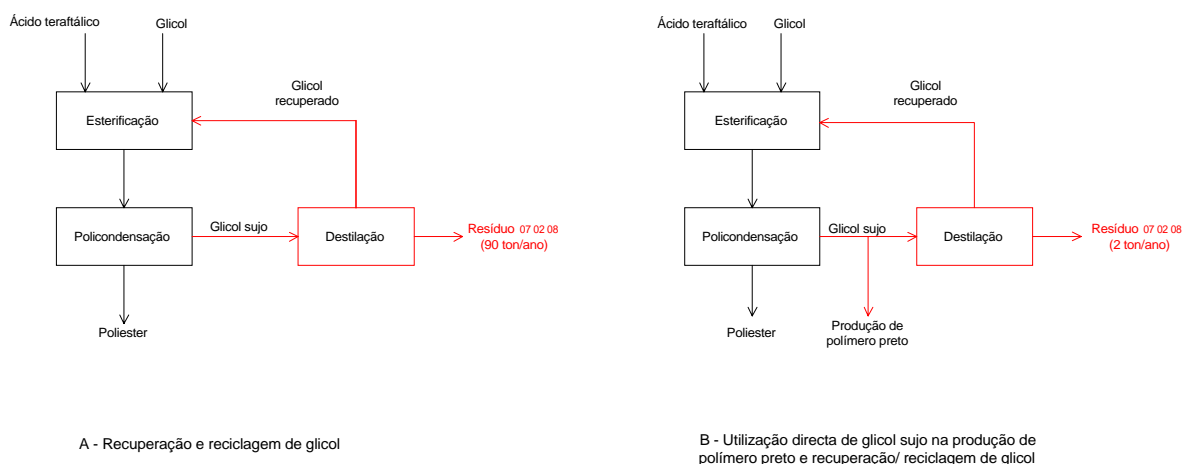


Figura 3 – Comparação das duas possibilidades de utilização da corrente residual de glicol sujo gerada na produção de poliéster.

4.3.6.4. Viabilidade económica

Investimento

Para a utilização do glicol sujo na produção de polímero preto é necessário proceder à alteração de todas as linhas de recolha de glicol sujo para um depósito e a instalação de um novo sistema de encaminhamento posterior para a linha de fabrico do polímero preto. Para tal, a empresa está a efectuar um investimento de cerca de 50 000 contos (249 500 €).

Impacte nos custos de processo

- Poupança no escoamento e tratamento dos resíduos : 7 040 contos/ano (35 130 €)

Conforme se observa na Figura 3 há uma redução da quantidade de resíduo de 88 t/ano o que, considerando o custo de escoamento/tratamento de 80 contos/t, resulta numa poupança de 7 040 contos/ano.

- Poupança de energia e água de refrigeração :

Uma vez que irá ser destilada uma menor quantidade de glicol sujo, haverá também poupanças energéticas e de água de refrigeração associadas à destilação. No entanto, não foi possível obter da empresa dados relativos a estas poupanças, pelo que a análise da atractividade do investimento não contempla este parâmetro.

Análise da atractividade do investimento

Período de recuperação do investimento : 7 anos
 ROI : 14%

4.3.7.

Caso 7 – Recuperação e reciclagem de etanol de águas-mãe através de evaporação / permeação gasosa

4.3.7.1. Descrição da tecnologia

A indústria farmacêutica utiliza grandes quantidades de solventes, pelo que é de todo o interesse a sua recuperação e reutilização no processo de fabrico.

Neste sentido, uma empresa farmacêutica, que utiliza etanol como solvente, implementou um processo para a sua recuperação de um resíduo contendo essencialmente etanol e água. Este resíduo constitui uma mistura azeotrópica o que trazia algumas dificuldades na implementação da destilação, processo mais comum de separação.

Optou-se, por isso, pela permeação gasosa, antecedida de uma evaporação da corrente residual, já que era necessário obter uma corrente em fase gasosa e simultaneamente eliminar alguns sólidos suspensos (reutilizados no processo).

A tecnologia de recuperação de solventes por permeação gasosa consiste num processo de separação por membranas de uma mistura de componentes gasosos, sem ocorrência de mudança de fase.

As membranas são um compósito de materiais estudados para garantir óptimas condições de transporte e estabilidade química e térmica, onde a camada determinante é o PVA (polyvinyl- alcohol). Este material sendo hidrofílico permite que a água seja permeada preferencialmente em relação aos compostos orgânicos.

Do resíduo a tratar, contendo cerca de 5 a 7% de água, obtém-se o etanol regenerado, com um teor de água inferior a 0,5%. Este etanol é condensado e armazenado para ser utilizado no processo.

4.3.7.2. Objectivos da sua aplicação

O principal objectivo da empresa ao instalar esta tecnologia foi o de recuperar etanol, solvente utilizado no processo de fabrico, por um processo competitivo relativamente aos processos convencionais, maiores consumidores de energia (ex : destilação) e eliminar a incineração deste solvente.

4.3.7.3. Benefícios ambientais em termos de resíduos industriais

A implementação desta medida permite efectuar a reciclagem de um solvente que constituía um resíduo para a empresa e cujo destino era a incineração.

4.3.7.4. Viabilidade económica

Investimento

95 591 contos (477 000 €)

Impacte nos custos de processo

Por questões de confidencialidade a empresa não facultou dados referentes a custos.

Análise da atractividade do investimento

Para a análise da atractividade do investimento, a empresa fez um levantamento do investimento e dos custos operacionais. Os custos operacionais basearam-se no volume de produção de 1997, tendo-se assumido que aumentariam linearmente com o volume de produção. A unidade tem uma capacidade de 1,9 milhões de litros/ano de etanol recuperado e a vida útil das membranas implica uma substituição em cada 6 anos, com um custo aproximado de 10 000 contos.

O Gráfico 7 representa o Período de Retorno (PR) e o Valor Líquido Actualizado (VLA) para este investimento, em função do volume de etanol recuperado.

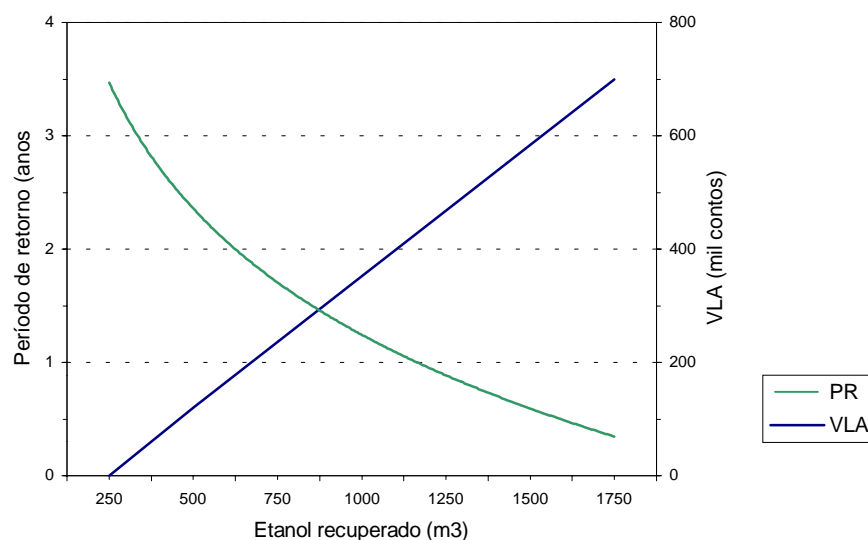


Gráfico 7 – Período de Retorno e Valor Líquido Actualizado em função do volume de etanol recuperado.

Como se pode observar, o investimento na instalação de evaporação e permeação gasosa é economicamente atractivo.

4.4. MEDIDAS GERAIS DE PREVENÇÃO E BOAS PRÁTICAS

Faz-se de seguida uma listagem de medidas gerais e de boas práticas aplicáveis aos vários subsectores e que conduzem à prevenção de resíduos e/ou uma boa gestão dos mesmos :

- Substituição dos solventes de base orgânica por solventes de base aquosa, nomeadamente no revestimento de drageias (subsector da Fabricação de Produtos Farmacêuticos de Base) e na limpeza de equipamentos;
- Criação de um sistema de recolha de solventes de limpeza de modo a que possam ser reutilizados;
- Utilização de bombas de vácuo de anel líquido para eliminação dos resíduos de óleo;
- Uso de catalizadores desenvolvidos na própria empresa e que ficam incorporados no produto, não se gerando resíduo;
- Aumento do controle e instrumentação de forma a diminuir os resíduos de processo;
- Manutenção preventiva para redução de risco de fugas e de outros acidentes ocasionais;
- Elaboração de um contrato com os fornecedores por forma a estes aceitarem as embalagens vazias para reutilização, deixando estas de constituir um resíduo para a empresa;
- Gravação das embalagens de expedição do produto em substituição da colagem de etiquetas;
- Reutilização, sempre que possível, das embalagens onde são recebidas as matérias primas (p.e. utilização para expedição de produtos, utilização de big-bags como embalagens de recolha de lixo);
- Reutilização das paletes de madeira, retorno ao fornecedor, ou, caso estejam bastante danificadas, proceder à sua valorização. É aconselhável o uso de paletes metálicas pois apresentam um tempo de vida superior às de madeira;
- Reutilização, sempre que possível, de água (águas de refrigeração, águas de lavagem, etc);
- Reutilização, sempre que possível da água tratada proveniente da ETAR em sistemas de refrigeração (p.e.), após um tratamento específico;

- Realização das operações de carga/descarga de veículos apenas em áreas especificamente concebidas para esse fim. Essas áreas deverão possuir desníveis apropriados para garantir um adequado sistema de drenagem;
- Controle de qualidade às matérias primas de modo a serem utilizadas com um grau de pureza bastante elevado, de modo a reduzir a quantidade de impurezas, que sairão do processo na forma de resíduo;
- Alteração, sempre que possível, do processo de fabrico de modo a permitir a reciclagem de resíduos que possam ser reintroduzidos no processo;
- Encaminhamento dos catalizadores usados para entidades especializadas e recuperação dos metais neles contidos;
- Utilização de lamas da ETARI, que sejam fortemente azotadas, na agricultura;
- Desidratação de lamas de ETAs, ETARIs ou outras de modo a diminuir o seu volume e consequentemente o custo de transporte, tratamento e eliminação;
- Compactação de embalagens para redução do seu volume e consequentemente do seu custo de transporte e de eliminação;
- Adesão a programas nacionais e/ou europeus que visão a implementação de medidas e tecnologias de prevenção de resíduos;
- Certificação das empresas através de normas nacionais e/ou europeias.

5. PREOCUPAÇÕES DO SECTOR EM TERMOS DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Das visitas efectuadas às várias empresas, consta-se que existe já uma grande preocupação pelas questões ambientais e nomeadamente pela prevenção da poluição. A maioria das empresas do sector Químico aderiu ao Contracto de Adaptação Ambiental e ao programa Actuação Responsável, pretendendo assim não apenas dar cumprimento às disposições legais na área de ambiente, mas assumir uma atitude activa em termos da sua preservação.

Cada vez mais o ambiente é considerado na estratégia empresarial como um dos seus factores de competitividade e muitas empresas têm já implementadas tecnologias e/ou medidas de prevenção da poluição.

Sendo assim, o principal problema das empresas, uma vez esgotadas as possibilidades de prevenção ou minimização dos resíduos, centra-se na falta de soluções para o escoamento de alguns deles, o que obriga as empresas a efectuar o seu armazenamento ou a enviá-los para tratamento fora do país, com todas as implicações económicas que isso acarreta.

A maioria dos resíduos de fundo da destilação, podem ser incinerados em incineradores de produtos químicos especialmente dimensionados para o efeito.

Resíduos produzidos nos processos de destilação de solventes podem ser também utilizados como combustíveis secundários nos fornos das indústrias minerais (por exemplo na indústria cimenteira).

Outros resíduos podem ser enviados para deposição controlada em local devidamente autorizado.

O que se verifica é que não existem em Portugal estas infraestruturas.

Torna-se portanto também urgente, conjuntamente com a implementação de tecnologias preventivas, a criação dos destinos adequados para os resíduos industriais gerados e para os quais não existem actualmente mais soluções de minimização.

BIBLIOGRAFIA

- “Plano Estratégico dos Resíduos Industriais”, Ministérios da Economia e do Ambiente, 1999
- “Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Draft Best Available Techniques Reference Document on the Chloro-Alkali Industry”, Institute for Prospective Technological Studies, Seville, February 1999
- “Recuperação de solventes por permeação gasosa”, Projecto realizado no âmbito do regime de apoio à produtividade e à demonstração industrial. SINDEPEDIP, 1998
- Relatório da Tecninvest, 1997
- “Estatísticas das empresas – Agricultura e Indústria”, Instituto Nacional de Estatística, 1997
- “Caracterização económica do sector. Inquérito à actividade das empresas industriais de produtos químicos.”, Associação Portuguesa das Empresas Químicas (APEQ), Novembro 1997
- “Sector Notebook Project. Profile of the Plastic Resin and Manmade Fiber Industries”, Office of the Enforcement and Compliance Assurance, US. Environmental Protection Agency, Washington, September 1997
- “Mineral Fertilizer Production and Environment. Technical Report nº 26”, United Nations Environment Programme, United Nations Industrial Development Organization, 1996
- “Sector Notebook Project. Profile of the Inorganic Chemical Industry”, Office of the Enforcement and Compliance Assurance, US. Environmental Protection Agency, Washington, September 1995
- “Sector Notebook Project. Profile of the Organic Chemical Industry”, Office of the Enforcement and Compliance Assurance, US. Environmental Protection Agency, Washington, September 1995
- “Sector Notebook Project. Profile of the Pharmaceutical Manufacturing Industry”, Office of the Enforcement and Compliance Assurance, US. Environmental Protection Agency, Washington, September 1997
- “Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry – Production of Ammonia”, European Fertilizer Manufacturer’s Association, 1995

- “Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry – Production of Sulphuric Acid”, European Fertilizer Manufacturer’s Association, 1995
- “Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry – Production of Nitric Acid”, European Fertilizer Manufacturer’s Association, 1995

- “Ullmann’s encyclopedia of Industrial Chemistry”, Vol. A6, 1986

LISTA GERAL DE ENTIDADES, INSTITUIÇÕES E ASSOCIAÇÕES NACIONAIS E SECTORIAIS

Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território
<http://ambiente.gov.pt>

Direcção-Geral do Ambiente
<http://www.dga.min-amb.pt>

Instituto dos Resíduos
<http://www.inresiduos.pt>

Direcção-Geral da Indústria
<http://www.dgi.min-economia.pt>

POE – Programa Operacional da Economia
<http://www.poe.min-economia.pt>

INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial
<http://www.ineti.pt>

Associação Industrial Portuguesa
<http://www.aip.pt>

Associação de Empresários de Portugal
<http://www.aeportugal.pt>

Confederação da Indústria Portuguesa
Avenida 5 Outubro 35,1º - Lisboa
1069-193 LISBOA
Telef.: 213 164 700

APEQ - Associação Portuguesa das Empresas Químicas
Avenida D. Carlos I, 45 - 3º - Lisboa
1200 - 646 LISBOA
Telef.: 213 932 060 / Fax: 213 932 069
E-mail: apeqassociacao@mail.telepac.pt

APIFARMA - Associação Portuguesa da Indústria Farmacêutica
<http://www.apifarma.pt>

LEGISLAÇÃO

- Decreto-Lei 182/93 – Classificação das actividades económicas
- Portaria 818/97 – Catálogo Europeu de Resíduos
- Portaria nº 240/92 de 25 de Março. Sistema de gestão de óleos usados.
- Resolução do Conselho de Ministros nº 98/97– Estratégia de gestão dos resíduos industriais
- Decreto-Lei 239/97 de 9 de Setembro. Gestão de resíduos.
- Decreto-Lei 273/98 de 2 de Setembro. Incineração de resíduos perigosos.
- Portaria nº 792/98 de 22 de Setembro. Mapa de Registo de Resíduos Industriais.
- Portaria nº 961/98 de 10 de Novembro. Requisitos do processo de autorização prévia das operações de armazenagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos.
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias (N.L. 78) de 20 de Março de 1991

NOTA

A classificação CER usada neste trabalho, é a actualmente em vigor, que foi adoptada pela Legislação Portuguesa através da Portaria nº 818/97 de 5 de Setembro, por transposição da Decisão 94/3/CE do Comissão da Comunidade Europeia de 20 de Dezembro de 1993.

Convém notar que, a nível da Comunidade Europeia, esta decisão está a ser alvo de revisão, prevendo-se a entrada em vigor da nova Decisão em final de 2001.

É ainda de notar que existem vários diplomas que concedem benefícios fiscais, de que se destacam, para as empresas que realizem despesas em I&D (Decreto-Lei 292/97 de 22 de Outubro), e para as que invistam em equipamentos destinados a reduzir as suas emissões poluentes, tanto gasosas como líquidas ou sólidas (Decreto-Lei 477/99 de 9 de Novembro, rectificado através da Declaração de Rectificação 4-B/2000 de 31 de Janeiro, e regulamentado através do Despacho 2531/2000 de 1 de Fevereiro e pela Portaria 271-A/2000 de 18 de Maio).

ANEXO

Hierarquização dos resíduos, gerados em cada subsector, por perigosidade e quantidade

• **Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base**

Quadro A1 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos de Base.

	Resíduo	CER	Quantidade (t/ano)
Resíduos Perigosos	Resíduos contendo mercúrio	06 04 04	3 810
	Outros óleos hidráulicos	13 01 07	53
	Cinzas volantes de óleo	10 01 04	22
	Outros óleos usados não especificados	13 06 01	15
	Óleos não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 02	12,2
	Mistura de óleos e gorduras da separação óleos/água residual	19 08 03	8
	Transformadores e acumuladores contendo PCB ou PCT	16 02 01	2,76
	Outros solventes e misturas de solventes não halogenados	14 01 03	2
	Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 03	1
	Resíduos contendo outros metais pesados	06 04 05	0,2
	TOTAL	3 926	
Resíduos Não Perigosos	Outros resíduos não especificados de sais e suas soluções	06 03 99	1 600
	Resíduos de ferro e aço	17 04 05	260
	Óxidos metálicos	06 04 01	126
	Outro equipamento fora de uso	16 02 05	85
	Negro de fumo	06 13 03	65
	Lamas do tratamento de águas residuais industriais	19 08 04	50
	Resíduos de betão e tijolos	17 01 01/02	29
	Embalagens de madeira	15 01 03	25
	Resíduos de cobre	17 04 01	25
	Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza	15 02 01	18
	Embalagens de plástico	15 01 02	17
	Embalagens de papel e cartão	15 01 01	15
	Outros resíduos não especificados da limpeza de depósitos de armazenagem	16 07 99	12
	Outros materiais de isolamento não contendo amianto	17 06 02	11
	Outros catalizadores usados	06 12 02	8,7
	Plástico de pequena dimensão recolhidos selectivamente	20 01 03	7
	Sais e soluções contendo compostos orgânicos	06 03 12	6,5
	Soluções salinas contendo sulfatos, sulfitos ou sulfuretos	06 03 02	5
	Papel e cartão recolhidos selectivamente	20 01 01	4
Resinas de troca iónica saturadas ou fora de uso	19 09 05	1	
	TOTAL	2 370	

• **Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base**

Quadro A2 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos de Base.

	Resíduo	CER	Quantidade (ton/ano)
Resíduos Perigosos	Líquidos de lavagem e licores-mãe aquosos da FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 01	25 463
	Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção da FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 08	692
	Resíduos da limpeza de tanques de transporte e de depósitos de armazenagem	16 07 00	201
	Resíduos de estações de tratamento de águas residuais não especificados	19 08 00	90
	Resíduos de destilação e resíduos de reacção halogenados	07 01 07	87
	Solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe orgânicos halogenados	07 01 03	45,36
	Óleos não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 02	12
	Resíduos da limpeza de depósitos contendo hidrocarbonetos	16 07 06	8
	Resíduos da limpeza de depósitos contendo produtos químicos	16 07 05	3
	Outros solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe orgânicos da FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 04	1,4
	Outros solventes e misturas de solventes	14 01 03	1,04
	TOTAL		26 604
Resíduos Não Perigosos	Lamas do tratamento local de efluentes	07 01 02	85
	Outros resíduos não especificados de processos químicos orgânicos	07 01 99	49
	Outros metais recolhidos selectivamente	20 01 06	36,1
	Embalagens de plástico	15 01 02	13
	Embalagens de metal	15 01 04	10
	Cinzas resultantes de processos térmicos	10 01 01	7
	Outros catalizadores usados de FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 06	6,4
	Resinas de troca iónica saturadas ou fora de uso	19 09 05	4
	Papel e cartão recolhidos selectivamente	20 01 01	4
	Vidro recolhido selectivamente	20 01 02	2,55
	Embalagens de papel e cartão	15 01 01	1
	Outros resíduos de produtos químicos inorgânicos	16 05 02	1
	TOTAL		219

• **Fabricação de Materiais Plásticos sob Forma Primária, Resinoso e seus Derivados**

Quadro A3 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Materiais Plásticos, Resinosos e seus Derivados.

	Resíduo	CER	Quantidade (t / ano)
Resíduos Perigosos	Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção da FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 08	1 411
	Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 03	621
	Outros bolos de filtração e absorventes usados da FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 10	388
	Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção da FFDU de plásticos	07 02 08	363
	Líquidos de lavagem e licores-mãe aquosos da FFDU de plásticos	07 02 01	136
	Líquidos de lavagem e licores-mães aquosas do FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 01	130
	Acumuladores de chumbo	16 06 01	80,6
	Outros solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe orgânicos da FFDU de plásticos	07 02 04	60
	Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção de FFDU de produtos químicos não especificados	07 07 08	56
	Outros óleos usados não especificados	13 06 01	38
	Bolos de filtração	07 02 09	25
	Outros solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe orgânicos do FFDU de produtos químicos orgânicos de base	07 01 04	15
	Transformadores e acumuladores contendo PCB ou PCT	16 02 01	8
	Óleos hidráulicos contendo apenas óleo mineral	13 01 06	5
	Óleos não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 02	3
	Lamas provenientes de separadores óleos / águas	13 05 02	2,8
	Outros solventes e misturas de solventes não halogenados	14 01 03	1,22
	Outros resíduos não especificados de processos químicos inorgânicos	06 01 99	1
Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	20 01 21	0,3	
	TOTAL	3 345	
Resíduos Não Perigosos	Outros resíduos não especificados da FFDU de plásticos	07 02 99	3 544
	Embalagens de metal	15 01 04	775
	Lamas do tratamento local de efluentes de FFDU de produtos químicos não especificados	07 07 02	745
	Lamas do tratamento local de efluentes da FFDU de plásticos	07 02 02	272
	Resíduos da fabricação de artigos de matérias plásticas	16 02 07	120
	Lamas da clarificação da água	19 09 02	96
	Embalagens de papel e cartão	15 01 01	86
	Outros metais recolhidos selectivamente	20 01 06	65
	Cinzas resultantes de processos térmicos	10 01 01	60
Outros resíduos não especificados de FFDU de produtos químicos não especificados	07 07 99	44	

Quadro A3 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Materiais Plásticos, Resinosos e seus Derivados (continuação).

	Resíduo	CER	Quantidade (t / ano)
Resíduos Não Perigosos	Embalagens de plástico	15 01 02	34
	Papel e cartão recolhidos selectivamente	20 01 01	24
	Outros plásticos recolhidos selectivamente	20 01 04	17
	Outros resíduos não especificados de outros processos químicos inorgânicos	06 13 99	15
	Resíduos de madeira recolhidos selectivamente	20 01 07	14
	Resinas de troca iónica saturadas ou fora de uso	19 09 05	7
	Vidro recolhido selectivamente	20 01 02	6
	Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza, vestuário de protecção	15 02 01	4
	Outros resíduos não especificados do tratamento de água para consumo humano ou de água para rede industrial	19 09 99	3
	Pilhas e acumuladores	20 01 20	3
	Embalagens de madeira	15 01 03	1
	Outros resíduos não especificados de processos químicos orgânicos	07 01 99	1
		TOTAL	5 936

• **Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais**

Quadro A4 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Fibras Sintéticas ou Artificiais.

	Resíduo	CER	Quantidade (t / ano)
Resíduos Perigosos	Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção da FFDU de plásticos	07 02 08	130
	Óleos não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 02	10
	Outros solventes e misturas de solventes halogenados	14 01 02	0,48
	TOTAL	141	
Resíduos Não Perigosos	Outros resíduos não especificados da FFDU de plásticos	07 02 99	578
	Lamas do tratamento local de efluentes da FFDU de plásticos	07 02 02	231
	Outros metais recolhidos selectivamente	20 01 06	30
	Embalagens de metal	15 01 04	28
	Embalagens de papel e cartão	15 01 01	20
	Embalagens de plástico	15 01 02	19
	Metais de pequena dimensão recolhidos selectivamente	20 01 05	15
	Resíduos de madeira recolhidos selectivamente	20 01 07	10
	Papel e cartão recolhidos selectivamente	20 01 01	5
	Embalagens de madeira	15 01 03	5
	TOTAL	941	

• **Fabricação de Produtos Farmacêuticos**

Quadro A5 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Produtos Farmacêuticos.

	Resíduo	CER	Quantidade (t / ano)
Resíduos Perigosos	Outros solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 04	5 386
	Outros bolos de filtração e absorventes usados da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 10	4 043
	Resíduos de soda	06 02 02	3 500
	Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 03	2 500
	Águas-mãe orgânicas halogenadas da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 03	2 173
	Bolos de filtração e absorventes usados halogenados da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 09	1 999
	Águas-mãe aquosas da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 01	737
	Resíduos de destilação e resíduos de reacção halogenados da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 07	316
	Outros resíduos de destilação e resíduos de reacção da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 08	273
	Solventes	20 01 13	52
	Líquidos de lavagem e licores-mãe aquosos da FFDU de gorduras, banhas, sabões, detergentes, desinfectantes e cosméticos	07 06 01	9
	Outros óleos não especificados	13 06 01	4
	Carvão activado usado em processos químicos inorgânicos	06 13 02	3
	Óleos não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 02	1,4
	Óleos hidráulicos não clorados (excepto emulsões)	13 01 03	1,21
	Outros solventes e misturas de solventes não halogenados	14 01 03	1
	Resíduos de investigação, diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças envolvendo animais: Produtos químicos rejeitados	18 02 04	0,74
	Resíduos de investigação, diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças envolvendo animais: resíduos cuja recolha e eliminação estão sujeitas a requisitos específicos	18 02 02	0,52
	Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	20 01 21	0,049
	TOTAL	21 000	

Quadro A5 – Hierarquização dos resíduos por perigosidade e quantidade no subsector da Fabricação de Produtos Farmacêuticos (continuação).

	Resíduo	CER	Quantidade (t / ano)
Resíduos Não Perigosos	Soluções salinas contendo fosfatos e seus sais sólidos	06 03 06	3 500
	Embalagens compósitas	15 01 05	498
	Embalagens de metal	15 01 04	389
	Papel e cartão recolhidos selectivamente	20 01 01	295
	Outros metais recolhidos selectivamente	20 01 06	250
	Embalagens de papel e cartão	15 01 01	165
	Outros resíduos não especificados da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 99	153
	Lamas do tratamento local de efluentes da FFDU de produtos farmacêuticos	07 05 02	153
	Medicamentos	20 01 18	100
	Plásticos de pequena dimensão recolhidos selectivamente	20 01 03	87
	Embalagens de plástico	15 01 02	66
	Vidro recolhido selectivamente	20 01 02	53
	Resíduos de maternidade, diagnóstico, tratamento ou prevenção de doença em seres humanos: Produtos químicos e medicamentos rejeitados	18 01 05	33
	Catalizadores usados na FFDU de produtos farmacêuticos contendo metais preciosos	07 05 05	29
	Embalagens de madeira	15 01 03	11,8
	Fracções recolhidas selectivamente: Metais de pequena dimensão	20 01 05	8
	Cinzas resultantes de processos térmicos	10 01 01	2
	Outros plásticos recolhidos selectivamente	20 01 04	1
	Absorventes, materiais filtrantes, panos limpeza, vestuário de protecção	15 02 01	Não contabilizado
	TOTAL		5 794